

**UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL**

**Thèse de doctorat**

**Conception des jeux sérieux éducatifs**

**Comment concevoir une expérience optimale d'apprentissage?**

**par**

**Mohamed Sabahi**

**Département de psychopédagogie et d'andragogie**

**Faculté des sciences de l'éducation**

**Thèse présentée à la Faculté des études supérieures et postdoctorales**

**en vue de l'obtention du grade de Philosophiæ Doctor (Ph.D.) - Doctorat en psychopédagogie**

**Septembre 2021**

**UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL**

**Faculté des sciences de l'éducation**

**Cette thèse de doctorat intitulée :**

**Conception des jeux sérieux éducatifs  
Comment concevoir une expérience optimale d'apprentissage?**

**présentée par**

**Mohamed Sabahi**

a été évaluée par un jury composé des personnes suivantes :

**Bruno Poellhuber**, président

**Jacques Viens**, directeur de recherche

**Normand Roy**, membre du jury

**Patrick Plante** (département éducation, université téléuq), examinateur externe

**Serge J. Larivée**, représentant de la doyenne de la Faculté des sciences de l'éducation

## RÉSUMÉ

Les jeux sérieux s'inscrivent dans un courant qui cherche à explorer l'utilisation des jeux numériques dans des contextes où la finalité première dépasse le simple divertissement. Cette utilisation dans le champ éducatif est justifiée par la capacité de ces jeux à avoir des impacts positifs liés à l'apprentissage sur les plans cognitif, affectif et social.

Les études empiriques, conduites pour vérifier les bénéfices présumés de ces jeux, tendent à s'accorder pour confirmer leur pertinence et efficacité. Cependant, il en ressort que ces bénéfices dépendent de la qualité de leur conception et d'intégration dans des dispositifs de formation.

Or, les approches et théories existantes à cet effet sont à un stade précoce de construction et sont loin d'être consensuelles. Plus spécifiquement, ces approches présentent des limites en ce qui concerne leurs fondements théoriques, l'absence de démarches de conception détaillées et la difficulté d'intégrer, d'une façon équilibrée, les éléments favorisant la motivation et ceux favorisant l'apprentissage.

Dans ce contexte, la présente recherche vise à remédier à ces limites en proposant un modèle de design des jeux sérieux qui soutient la conception et le développement de ces jeux pour une finalité pédagogique.

À cet effet, nous avons mis en œuvre une démarche méthodologique basée sur l'approche de recherche orientée par la conception (*Design-based research*), en vue de répondre à la question de recherche suivante : **comment concevoir des jeux sérieux efficaces pédagogiquement et motivants ?** Ladite approche a consisté, conformément au modèle de Reeves (2006), en quatre phases : la définition d'un problème pratique, le développement d'une solution à partir des principes de design existants, des cycles itératifs de tests et d'affinement de la solution et la production de nouveaux principes de design généralisables à d'autres contextes. Elle a permis l'élaboration d'une démarche globale, cohérente et intégrée de design des jeux sérieux.

Le cas échéant, la démarche proposée porte sur un modèle théorique de l'expérience optimale d'apprentissage par jeux sérieux, des principes de design qui devraient guider le processus de design de ces jeux, une méthodologie détaillée pour conduire ce processus, ainsi que des outils d'aide au design qui définissent pour chacune des étapes les paramètres pédagogiques, ludiques et techniques à prendre en considération.

Les implications du modèle proposé sont multiples. Il contribue au comblement des lacunes de connaissances relatives à l'utilisation et le design des jeux sérieux. Plus spécifiquement, il décrit l'expérience d'apprentissage par ces jeux et détermine les caractéristiques et les conditions d'émergence de cette expérience. Il réduit la complexité inhérente au design de ces dispositifs, en proposant des principes de design, une méthodologie détaillée et des outils. Il structure le processus de design autour des principes issus des domaines de design pédagogique (*instructional design*) et de design des jeux (*game design*) et en décrit les résultats attendus. Il lie la théorie à la pratique en proposant un cadre théorique descriptif du processus de design ainsi que des orientations claires et pratiques pour le mettre en œuvre. De même, les outils qu'il propose peuvent servir de support pédagogique, pour initier les concepteurs au processus de design, ainsi que de support de communication entre les différentes parties prenantes lors d'une démarche participative de design centrée sur l'utilisateur.

**Mots-clés :** Apprentissage par le jeu, design des jeux sérieux, design pédagogique, pédagogie ludique, jeu sérieux.

## Abstract

Serious games are part of a movement that seeks to explore digital games in contexts where the primary purpose is other than pure entertainment. In education, this use is justified by the ability of these games to impact cognitive, emotional, and social learning. Empirical studies conducted to verify the presumed benefits of these games tend to confirm their relevance and instructional effectiveness. Nevertheless, they suggest that these benefits depend on the quality of their design and implementation.

However, the existing approaches and theories related to serious games design are at an early stage of construction and are far from consensual. More specifically, these approaches have limitations in terms of theoretical foundations, a lack of detailed design methodologies, and a difficulty of integrating, in a balanced way, the elements that promote motivation and those that promote instruction.

In this context, this thesis aims to remedy these limitations by proposing a serious game design model that supports the design and development of serious games for an educational purpose.

To this end, we have implemented a methodology based on the Design-based research approach to answer the following research question: how to design serious games that are pedagogically effective and intrinsically motivating? Therefore, our methodology consisted, following Reeves' model (2006), of four phases: analysis of a practical problem, development of a solution informed by existing design principles and technological innovations, iterative cycles of testing and refinement of the solution, and reflection to produce new design principles generalizable to other contexts. Our goal was to develop a comprehensive, coherent, and integrated approach to serious game design.

As a result, our research proposes a theoretical model describing an optimal learning experience through serious games, a set of five design principles that should guide the design process, and tools to support instructional designers during the design process.

The implications of the proposed approach are multiple. It helps to fill knowledge gaps concerning the design of serious games. More specifically, it describes the expected learning experience through these games and determines the characteristics and conditions of emergence of this experience. It reduces the complexity inherent to the design process by proposing design principles, detailed methodology, and practical tools. It structures the design process based on principles from the instructional design and game design fields. Finally, the approach links theory to practice by providing a descriptive theoretical framework of the design process and clear practical implementation guidelines. Likewise, the accompanying tools can serve as educational support to initiate instructional designers into the design process and as a communication tool to support the relationship between different stakeholders during a participatory user-centred design process.

**Keywords:** Serious games, Serious games design, Learning by playing, Instructional design, Fun pedagogy.

# Table des matières

<b>RÉSUMÉ</b> .....	i
<b>Table des matières</b> .....	v
<b>Liste des tableaux</b> .....	viii
<b>Liste des figures</b> .....	x
<b>INTRODUCTION</b> .....	1
<b>PROBLÉMATIQUE</b> .....	6
<b>1.1. Jeux sérieux : un nouveau mode d'apprentissage pour de vieux besoins</b> .....	7
1.1.1. Le jeu en tant que pédagogie active .....	7
1.1.2. Le rôle des TIC : du jeu ludo-éducatif au jeu sérieux .....	9
1.1.3. Les jeux sérieux et la génération numérique .....	11
<b>1.2. Impacts conditionnels des jeux sérieux</b> .....	12
1.2.1. Impacts des jeux sérieux sur la motivation .....	13
1.2.2. Impacts des jeux sérieux sur l'apprentissage .....	14
<b>1.3. Les approches de conception des jeux sérieux éducatifs</b> .....	17
1.3.1. Les approches industrielles de design des jeux sérieux .....	17
1.3.2. Les approches théoriques de design des jeux sérieux .....	19
1.3.3. Comparaison des approches récentes de design des jeux sérieux .....	20
<b>1.4. Limites des approches actuelles de design des jeux sérieux</b> .....	30
1.4.1. Limite 1 : manque d'une approche globale, cohérente et intégrée du design .....	30
1.4.2. Limite 2 : divergences des fondements théoriques .....	31
1.4.3. Limite 3 : manque de démarches détaillées satisfaisantes pour le de design .....	31
1.4.4. Limite 4 : lacunes pour l'intégration des éléments du « jeu » et du « sérieux ».....	32
<b>1.5. Conclusion de la problématique</b> .....	33
1.5.1. Question générale et objectif de la recherche .....	34
1.5.2. Pertinence scientifique et sociale .....	34
<b>CADRE THÉORIQUE</b> .....	36
<b>2.1. Définitions des concepts Jeu, Jeu numérique et Jeu Sérieux</b> .....	37
2.1.1. Définition du concept du jeu .....	38
2.1.2. Définition des jeux numériques.....	41
2.1.3. Définition du concept du jeu sérieux.....	44
<b>2.2. Principes de design temporaires du modèle proposé</b> .....	48

2.2.1. Adaptation du modèle générique ADDIE .....	49
2.2.1.1. Phase d'analyse : collecter et analyser des données .....	49
2.2.1.2. Phase de design : faire des choix et produire la documentation .....	55
2.2.1.3. Phase de développement : créer des ressources multimédias et les intégrer .....	56
2.2.1.4. Phase (d'implémentation et) d'évaluation .....	59
2.2.2. Rapprochement entre le design des jeux et le design pédagogique .....	61
2.2.3. Approche architecturale de design .....	65
2.2.4. Synthèse et proposition de l'architecture du modèle .....	69
2.3. Méthodologie de la phase design .....	71
2.3.1. Étape 1 : Formulation de la stratégie ludopédagogique .....	72
2.3.1.1. La théorie d'apprentissage expérientiel comme cadre théorique .....	73
2.3.1.2. Théorie de l'autodétermination .....	76
2.3.1.3. Le choix d'une stratégie pédagogique .....	81
2.3.1.4. Le choix d'une stratégie ludique .....	88
2.3.1.5. La définition d'une stratégie ludopédagogique .....	93
2.3.2. Étape 2 : structuration du contenu pédagogique .....	99
2.3.2.1. L'histoire comme cadre intégrateur de l'expérience d'apprentissage .....	100
2.3.2.2. La structuration endogène et hiérarchique des événements .....	103
2.3.2.3. L'équilibre entre apprentissage et jeu pour une expérience optimale .....	107
2.3.3. Étape 3 : conception des interactions .....	111
2.3.3.1. La conception du système de contrôle (couche Contrôle) .....	112
2.3.3.2. La conception du système de messages (couche Message) .....	116
2.3.3.3. La conception de l'interface graphique (couche Représentation) .....	122
2.4. Synthèse de la démarche de design proposée .....	130
2.5. Conclusion du cadre théorique .....	133
MÉTHODOLOGIE .....	135
3.1. Type de recherche .....	135
3.2. Démarche méthodologique de recherche .....	141
3.3. Participants aux rencontres d'évaluation de la démarche .....	142
3.3.1. Recrutement et échantillon .....	143
3.3.2. Contexte de participation .....	143
3.3.2.1. Déroulement des rencontres .....	145
3.3.2.2. Contenu des rencontres .....	147
3.4. Collecte des données .....	149
3.5. Considérations éthiques et déontologiques .....	151

<b>RÉSULTATS</b> .....	153
<b>4.1. Résultats du premier cycle : mise en application et tests du modèle</b> .....	154
<b>4.1.1. Étapes de développement du jeu sérieux Alerte !</b> .....	154
<b>4.1.1.1. Phase analyse</b> .....	155
<b>4.1.1.2. Phase de design</b> .....	157
<b>4.1.1.3. Phase de développement</b> .....	167
<b>4.1.1.4. Phase d'évaluation</b> .....	167
<b>4.1.2. Défis rencontrés et solutions apportées</b> .....	167
<b>4.1.3. Ajustements apportés à la version 1 du modèle</b> .....	170
<b>4.2. Résultats du deuxième cycle : évaluation du modèle avec les praticiens</b> .....	176
<b>4.2.1. Traitement des données collectées lors des groupes de discussion.</b> .....	176
<b>4.2.2. Présentation des résultats des groupes de discussion</b> .....	182
<b>4.2.2.1. Utilité de la démarche</b> .....	182
<b>4.2.2.2. Mise en application de la démarche</b> .....	191
<b>4.2.2.3. Relation avec les parties prenantes</b> .....	200
<b>4.2.2.4. Processus de design pédagogique</b> .....	206
<b>4.3. Conclusion de la section Résultats.</b> .....	216
<b>DISCUSSION</b> .....	217
<b>5.1. Utilité du modèle</b> .....	218
<b>5.2. Améliorations du modèle</b> .....	226
<b>5.3. Principes de design</b> .....	233
<b>5.3.1. Premier principe : penser le jeu sérieux en tant qu'un système modulaire</b> .....	234
<b>5.3.2. Deuxième principe : penser le jeu sérieux en tant qu'un système sociotechnique</b> .....	236
<b>5.3.3. Troisième principe : concevoir un jeu sérieux qui permet l'émergence d'une expérience d'apprentissage</b> .....	237
<b>5.3.4. Quatrième principe : penser l'interactivité comme un socle de l'expérience d'apprentissage</b> .....	239
<b>5.3.5. Cinquième principe : tester, ajuster, réviser</b> .....	241
<b>5.4. Expérience optimale de l'apprentissage</b> .....	243
<b>CONCLUSION</b> .....	251
<b>6.1. Synthèse générale</b> .....	251
<b>6.2. Apports de la recherche</b> .....	253
<b>6.3. Limites de la recherche</b> .....	256
<b>6.4. Pistes de recherches futures</b> .....	258
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> .....	260

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1</b> : comparaison des approches de design des jeux sérieux .....	22
<b>Tableau 2</b> : comparaison des étapes des processus de design selon les étapes du modèle ADDIE .....	28
<b>Tableau 3</b> : attributs essentiels du jeu, de la simulation et du jeu de la simulation (Sauvé et al., 2010) ..	47
<b>Tableau 4</b> : exemples théories proposées pour la conception des couches d'un système d'apprentissage (Gibbons, 2013).....	58
<b>Tableau 5</b> : correspondance entre processus ADDIE et processus de conception des jeux (Hirumi et Stapleton).....	63
<b>Tableau 6</b> : types de motivation en fonction du degré d'autodétermination (Ryan et Deci, 2000) .....	81
<b>Tableau 7</b> : matrice de la taxonomie de Bloom (Anderson et al., 2001) [traduction libre] .....	83
<b>Tableau 8</b> : schéma des compétences (Romiszowski, 2009, p. 205) [traduction libre] .....	85
<b>Tableau 9</b> : répartition des méthodes pédagogiques selon les domaines de connaissances et le type de compétences.....	88
<b>Tableau 10</b> : genre des jeux et leurs caractéristiques, inspirés d'Adams (2013) et Rogers (2010) .....	91
<b>Tableau 11</b> : correspondances entre les types d'apprentissage et les genres de jeux, adapté des taxonomies de Kapp et O'Driscoll (2009) et Prensky (2007) .....	92
<b>Tableau 12</b> : choix d'une stratégie pédagogique et une stratégie de jeu sur la base des profils des joueurs .....	96
<b>Tableau 13</b> : synthèse des différents types de rétroactions (Johnson et al., 2017).....	121
<b>Tableau 14</b> : catégorie d'une ontologie de messages pour une activité d'apprentissage d'une procédure (Gibbons, 2013).....	122
<b>Tableau 15</b> : principes de conception de la couche présentation d'après Gibbons (2013) .....	128
<b>Tableau 16</b> : modalités de déroulement des ateliers de collecte des données .....	150

<b>Tableau 17</b> : synthèse des décisions du journal de bord de chercheur .....	174
<b>Tableau 18</b> : occurrences et taux de couverture des codes en fonction des catégories provisoires et des groupes de discussion (cas) .....	180
<b>Tableau 19</b> : occurrences et taux de couverture des codes en fonction des catégories et des groupes de discussion (cas) après le regroupement des thèmes.....	181
<b>Tableau 20</b> : occurrences des codes de la catégorie Utilité de la démarche par groupe de participant .	183
<b>Tableau 21</b> : occurrences des codes de la catégorie Mise en application de la démarche par groupe de participant.....	192
<b>Tableau 22</b> : occurrences des codes de la catégorie Relation avec les parties prenantes par groupe de participant.....	201
<b>Tableau 23</b> : occurrences des codes de la catégorie Relation avec les parties prenantes par groupe de participant.....	206
<b>Tableau 24</b> : implications des résultats et principes de design .....	235
<b>Tableau 25</b> : attributs et conditions d'émergence d'une expérience optimale d'apprentissage par jeu sérieux.....	244

## Liste des figures

<b>Figure 1</b> : Modèle des profils de joueurs (Bartle, 1996) .....	54
<b>Figure 2</b> : Modèle des profils de joueurs (Bartle, 2004) .....	54
<b>Figure 3</b> : Phases de conception pédagogique ADDIE (Branch, 2008).....	60
<b>Figure 4</b> : Les sept couches d'un système d'apprentissage (Gibbons, 2013).....	66
<b>Figure 5</b> : Processus à haut niveau de notre modèle de design des jeux sérieux proposé .....	71
<b>Figure 6</b> : Cycle d'apprentissage expérientiel (Kolb, 2014).....	71
<b>Figure 7</b> : Correspondance entre les préférences et les genres de jeux (Kapp et O'Driscoll, 2009) .....	93
<b>Figure 8</b> : Processus de formalisation d'une stratégie ludopédagogique.....	98
<b>Figure 9</b> : Voyage du héros (d'après Campbell, 2008).....	103
<b>Figure 10</b> : Organisation d'un chapitre du jeu sérieux (Iuppa et Borst, 2012).....	106
<b>Figure 11</b> : Relation entre les défis, les compétences et le flux (Csíkszentmihályi, 1990) .....	110
<b>Figure 12</b> : Processus de structuration du contenu d'un jeu sérieux .....	111
<b>Figure 13</b> : Fonctionnement du jeu à travers le modèle d'interaction et le modèle de la caméra (Adams, 2013) .....	113
<b>Figure 14</b> : Modèle cognitif-affectif d'apprentissage avec les médias (Moreno et Mayer, 2007) .....	125
<b>Figure 15</b> : Notre modèle de design des jeux sérieux proposé .....	132
<b>Figure 16</b> : Démarche de recherche par la conception (Reeves, 2006;).....	139
<b>Figure 17</b> : Approche globale de développement de notre solution selon une méthodologie de recherche orientée par la conception (Reeves, 2006).....	140
<b>Figure 18</b> : Capture d'écran de la scène d'accueil du jeu Alerte! .....	155
<b>Figure 19</b> : Scénario pédagogique du jeu sérieux Alerte! .....	161
<b>Figure 20</b> : Réseau d'événements d'apprentissage de l'unité Bombe logique.....	164

<b>Figure 21</b> : Capture d'écran du jeu Alerte! pour la tâche Diagnostiquer une attaque informatique.....	166
<b>Figure 22</b> : Capture d'écran de l'interface graphique du jeu .....	166
<b>Figure 23</b> : Version 2 de la démarche proposée de design des jeux sérieux .....	175
<b>Figure 24</b> : Notre méthodologie détaillée de design des jeux sérieux revue (version 3) .....	232
<b>Figure 25</b> : Modèle théorique de l'expérience optimale d'apprentissage par jeux sérieux .....	245

## INTRODUCTION

Le plus souvent lorsque nous parlons de jeux, ce qui nous vient à l'esprit ce sont les sentiments de joie, de plaisir et d'accomplissement, ou encore, les résultats de ces jeux en termes de gains ou de pertes. Dans le cas des jeux vidéo, ces résultats peuvent parfois être surprenants.

C'est l'histoire fascinante, par exemple, du jeu *Fold It*. Un jeu numérique développé, par le *Center for Game Science* de l'Université de Washington, pour comprendre comment des protéines se replient dans leurs configurations tridimensionnelles. En effet, les chercheurs de cette université, bloqués depuis plus de 10 ans par la complexité d'identifier la structure tridimensionnelle de la protéase rétrovirale du virus M-PMV (*Mason-Pfizer Monkey Virus*), décident de créer un jeu et de solliciter l'aide de la communauté des joueurs. Il ne fallait pas plus que trois semaines à ces derniers pour résoudre l'énigme. Le 04 août 2010, la très sérieuse revue *Nature Structural & Molecular Biology* publie la structure tridimensionnelle de l'enzyme dans un article citant les 57000 joueurs ayant participé à sa découverte comme coauteurs.

Cet exemple d'utilisation ingénieuse des jeux numériques pour simplifier des concepts trop complexes n'est pas le premier. L'histoire des sciences et des technologies démontre que de nombreux exploits et révolutions technologiques étaient au centre d'un triangle dont les côtés sont le jeu, la technologie et l'apprentissage, et ce depuis les années 1940.

À titre d'exemples, en 1947, Thomas Goldsmith et Estle Ray ont créé le *Cathode-ray tube amusement device*, un jeu de tir pour illustrer le fonctionnement d'oscilloscope. En 1950, Claude Elwood Shannon a créé le premier jeu d'échecs sur ordinateur pour présenter sa stratégie de type minimax (algorithme de calcul mathématique). La même année, Josef Kates a créé le jeu *Bertie the Brain*, qui permet aux visiteurs de jouer au *tic-tac-toe* contre une des premières versions d'ordinateurs dotés d'intelligence artificielle, pour l'exposition nationale canadienne de 1950. Deux ans plus tard, Alexander

Douglas utilise le jeu OXO (une version de *tic-tac-toe*) pour illustrer ses travaux de recherche sur les interactions homme-machine.

Ces premiers exemples, pour ne citer que ceux-ci, ont établi une tradition d'utilisation des jeux numériques comme artefacts pour tester, vérifier ou présenter les résultats des démarches de recherche rigoureuses ou pour vulgariser et simplifier la communication de ces résultats. Une tradition qui continue jusqu'à aujourd'hui avec les simulateurs et les technologies d'intelligence artificielle.

Pour les chercheurs en éducation, en particulier dans le domaine de la technologie éducative, cette capacité des jeux numériques à simplifier, vulgariser et démontrer des concepts complexes, suscite une question fondamentale : si ces jeux ont une telle puissance, comment pouvons-nous en tirer profit pour améliorer les modalités et les résultats d'apprentissage ?

La réponse à cette question n'est pas évidente. Le domaine d'utilisation des jeux numériques pour une finalité autre que le simple divertissement, dits jeux sérieux, est un domaine au stade de construction des connaissances (Egenfeldt-Nielsen et al., 2013). La conception des jeux pour atteindre des objectifs d'apprentissage précis est une entreprise complexe (Bogost, 2007) parce que si, d'une part, nous connaissons beaucoup de chose sur les jeux numériques et, d'autre part, sur l'apprentissage, il ne demeure pas moins vrai que nous ne connaissons que peu de choses sur comment intégrer les deux (Wilson et al., 2009).

À cet égard, comme nous le présentons dans le premier chapitre de cette recherche, il existe de nombreuses approches pour concevoir, développer et intégrer les jeux sérieux dans des programmes de formation. Cependant, ces approches présentent des lacunes et des limites.

Dans ce contexte, le développement des jeux sérieux en tant que dispositifs d'enseignement et d'apprentissage se voit limité, malgré le grand potentiel de ces jeux comme une forme de pédagogie ludique, ouverte et adaptée au mode d'apprentissage d'une génération d'apprenants qui se familiarisent

dès leurs jeunes âges avec la technologie (Prensky, 2001). De ce fait, il y a un besoin notable de plus de recherches dans le domaine de conception des jeux sérieux (Egenfeldt-Nielsen et al., 2013).

La présente recherche s'inscrit dans ce courant qui vise à tirer parti des jeux sérieux pour améliorer, optimiser et maximiser les apports de ces jeux dans le contexte éducatif. En l'occurrence, nous nous intéressons particulièrement à leur design pédagogique. Plus spécifiquement, nous nous intéressons à la question de leur conception pour atteindre des objectifs spécifiques d'apprentissage, sans dégrader leur valeur ludique ou réduire leurs attraits motivationnels. Notre objectif est de proposer un modèle de design à cette fin.

Pour atteindre cet objectif, nous avons mis en œuvre une démarche méthodologique basée sur l'approche de recherche orientée par la conception (*Design-based research*). Ladite approche, comme le suggère Reeves (2006), porte sur quatre phases. Premièrement, une analyse d'un problème pratique en collaboration avec des praticiens, pour définir la question et l'objectif de recherche. Deuxièmement, le développement d'une solution à ce problème, à partir des principes de design existants et des innovations technologiques. Troisièmement, des cycles itératifs de tests et d'affinement de cette solution. Quatrièmement, une réflexion pour produire des principes de design et améliorer l'implémentation de celle-ci.

La thèse rend compte du déroulement et des résultats de cette démarche méthodologique. Elle est divisée en six chapitres :

Dans le premier chapitre, nous faisons ressortir la problématique de la recherche par l'identification et l'analyse d'un problème pratique de design des jeux sérieux et par la détermination des lacunes de connaissances à l'origine de ce problème. En l'occurrence, nous arguons que la difficulté de design pédagogique de ces jeux réside dans le manque d'une démarche consensuelle et satisfaisante à cette fin, tout particulièrement pour l'intégration d'un contenu éducatif avec des éléments ludiques sans dégradation de l'expérience du jeu. Ce chapitre se conclut par la question générale de recherche de

***comment concevoir des jeux sérieux éducatifs pédagogiquement efficaces et motivants.*** De même, il se conclut par la formulation de l'objectif de la recherche, soit l'élaboration d'un modèle de design des jeux sérieux qui propose une approche globale, cohérente et intégrée.

Dans le deuxième chapitre, nous développons le cadre théorique qui nous a permis de répondre à la question, conformément à une démarche basée sur l'approche de recherche orientée par la conception. Ainsi, nous présentons les orientations théoriques et la démarche qui nous ont guidés dans le développement d'une solution éclairée par les principes de design existants et des innovations technologiques, à savoir le modèle de design. À cet égard, nous présentons l'architecture de ce modèle, ainsi que la méthodologie détaillée du processus de design qu'elle propose. De même, nous concluons ce chapitre par la formulation des questions spécifiques de recherche.

Dans le troisième chapitre, nous développons les aspects méthodologiques qui nous ont permis de répondre aux questions spécifiques, et par conséquent, à la question générale de la recherche. Le cas échéant, étant donné que la démarche méthodologique retenue se base sur une approche de recherche orientée par la conception, qui implique des cycles itératifs de tests et d'affinement de la solution en collaboration avec des praticiens, nous décrivons dans ce chapitre la démarche et les modalités de deux cycles itératifs réalisés dans le cadre de cette recherche. Le premier cycle a consisté en la mise en application et le test de la solution proposée, par le développement d'un jeu sérieux éducatif comme preuve de concept et outil de collecte des données. Le deuxième cycle a consisté en une évaluation de la solution avec les praticiens qui a pris la forme d'une série d'ateliers de formation et de groupes de discussion.

Le quatrième chapitre présente les résultats de ces deux cycles itératifs. Ainsi, dans un premier temps, nous présentons une synthèse des principales réflexions, défis rencontrés, solutions apportées et enseignements tirés de la mise en application et des tests du modèle proposé. Dans un deuxième temps,

nous présentons le processus de traitement et les résultats de l'analyse des données collectées lors des groupes de discussion organisés en vue d'évaluer la solution avec des praticiens.

Le cinquième chapitre est consacré à la discussion et à l'interprétation des résultats des cycles itératifs. Plus spécifiquement, nous montrons comment les résultats obtenus répondent à la question générale de recherche. Puis, nous mettons ces résultats en perspective par rapport à notre problématique, cadre théorique et autres recherches ou cadres théoriques du domaine. Plus particulièrement, nous présentons les principes de design qui découlent de cette recherche pour guider la conception des jeux sérieux dans d'autres contextes. De même, nous présentons un volet théorique du modèle qui décrit sur la base des conclusions de cette recherche les attributs, caractéristiques et conditions d'une expérience optimale d'apprentissage par jeux sérieux.

Enfin, dans le sixième chapitre, nous concluons cette recherche par la présentation des apports de la recherche et leurs implications, les limites de la démarche méthodologique, ainsi que des pistes de recherches futures.

## PROBLÉMATIQUE

Ce premier chapitre constitue la première phase de notre recherche, qui se fonde sur une approche de recherche orientée par la conception (*Design-based research*), à savoir la phase *d'analyse des problèmes pratiques par les chercheurs et les praticiens*.

En effet, comme le soulignent Herrington et al. (2007), l'identification et l'exploration d'un problème significatif sont la première étape dans une recherche orientée par la conception. À cet égard, ces auteurs soutiennent que cette étape doit permettre d'énoncer le problème et la question de recherche, à partir d'une revue de littérature et des consultations avec les praticiens.

De ce fait, dans ce premier chapitre, nous faisons ressortir la problématique centrale de notre recherche, soit l'absence d'une démarche consensuelle et satisfaisante pour le design pédagogique des jeux sérieux éducatifs, tout particulièrement pour l'intégration d'un contenu éducatif avec des éléments ludiques sans dégradation de l'expérience du jeu.

Ce chapitre est divisé en cinq sections. Dans la première section (1.1), nous circonscrivons le périmètre de notre recherche par la présentation de l'objet de celle-ci, à savoir les jeux sérieux éducatifs en tant qu'une pédagogie active pour les besoins d'une nouvelle génération d'apprenants.

Dans la deuxième section (1.2), nous présentons sur la base des études empiriques les apports des jeux sérieux en matière de motivation et d'apprentissage. De même, nous présentons les implications de ces études sur le design de ces jeux.

Dans la troisième section (1.3), nous présentons les principales approches pour le design des jeux sérieux. De même, nous procédons à une analyse comparative de ces approches pour en identifier les similitudes et les divergences.

Dans la quatrième section (1.4), nous identifions les limites des démarches actuelles de design des jeux sérieux et le besoin d'une nouvelle approche.

Enfin, dans la cinquième section (1.5), nous concluons ce chapitre par la présentation de la question générale et l'objectif de la recherche, ainsi que la pertinence scientifique et la pertinence sociale de celle-ci.

### **1.1. Jeux sérieux : un nouveau mode d'apprentissage pour de vieux besoins**

Le jeu a été utilisé depuis très longtemps pour engager, motiver et soutenir l'apprentissage (Rabecq-Maillard, 1969). L'apparition du concept des jeux sérieux peut alors être considérée comme l'aboutissement d'un long processus de développement de la relation entre le jeu et l'apprentissage (Alvarez et Djaouti, 2010).

Ce développement a été accéléré ces trois dernières décennies sous l'effet de trois facteurs principaux : d'abord, le développement des pédagogies actives. Ensuite, l'introduction des technologies d'information et de communication (TIC) à l'école et le développement des technologies éducatives (Becker, 2012). Et enfin, l'essor spectaculaire de l'industrie des jeux vidéo qui a ouvert de nouveaux horizons aux enseignants (Games et Squire, 2011). Ainsi, les jeux sérieux se présentent aujourd'hui comme une forme de pédagogie active (Chamberland et Provost, 2011), dotée d'un grand potentiel (Gee, 2007), afin de répondre aux besoins d'une nouvelle génération d'apprenants (Prensky, 2001).

#### **1.1.1. Le jeu en tant que pédagogie active**

L'utilisation des jeux pour transmettre des connaissances ou des valeurs n'est pas une pratique récente. La relation entre le jeu et l'apprentissage remonte très loin dans l'histoire. Au fil des siècles, différentes civilisations ont utilisé le jeu comme vecteur de transmission des connaissances et des croyances socioculturelles (Mead et Morris, 1967). Les vertus du jeu pour le développement des enfants sont reconnues depuis l'Antiquité (Rabecq-Maillard, 1969).

Toutefois, comme le souligne de Grandmont (1997), il fallait attendre jusqu'au dix-septième siècle pour voir l'apparition du premier jeu éducatif conçu et produit spécifiquement pour être utilisé comme support à l'enseignement, notamment avec l'apparition du jeu de l'oie. Ce jeu, conçu initialement pour

illustrer et faire apprendre aux élèves les vertus héroïques du roi Louis XIV et ses prédécesseurs, était utilisé par la suite pour des études de la religion, l'héraldisme, les sciences, la grammaire et la géographie.

Au début du vingtième siècle, sous l'impulsion de plusieurs précurseurs, l'école commence à s'intéresser au jeu comme outil d'enseignement. Nous pouvons citer, dans ce sens, les travaux de Rousseau (1712-1788), Claparède (1873-1940), Cousinet (1881-1973), Piaget (1896-1980), Vygotsky (1896-1934), Freinet (1896-1966) ou encore Montessori (1870-1952). En l'occurrence, les méthodes pédagogiques actives, notamment celles issues d'une approche constructiviste de l'apprentissage, accordent une importance particulière au jeu.

Dans ce sens, Vygotsky (1978) estime que le jeu contient, de façon condensée, tous les aspects liés au développement global de l'enfant. Plus spécifiquement, le jeu permet à l'enfant de se situer, au sein de la zone de développement proximal, au-dessus de son âge moyen, au-delà de son comportement habituel, comme s'il était au-dessus de lui-même, et par conséquent, l'aide à passer au niveau supérieur de développement.

*Play creates a zone of proximal development of the child. In play a child always behaves beyond his average age, above his daily behavior; in play it is as though he were a head taller than himself. As in the focus of a magnifying glass, play contains all developmental tendencies in a condensed form and is itself a major source of development. (Vygotsky, 1978, p. 102).*

Pour leur part, Chamberland et Provost (2011) avancent que l'utilisation du jeu à l'école vise une conception de l'enseignement qui favorise la participation et l'engagement des élèves, par la mise en place des situations d'apprentissage expérientiel et inductif. Ainsi, le jeu vient en réaction à un enseignement, dit traditionnel, centré essentiellement sur les manuels scolaires, les devoirs et les explications de l'enseignant.

Néanmoins, plusieurs facteurs ont limité le recours au jeu à l'école. Parmi celles-ci la perception du jeu comme étant l'opposé du travail et de la productivité (Botturi et Loh, 2009), l'inadaptation du jeu

à un grand nombre d'objectifs d'apprentissage et la rareté des jeux disponibles aux enseignants pour atteindre un objectif précis (Chamberland et Provost, 2011).

L'introduction des TIC à l'école, à partir des années 1990, marque une étape importante dans la recherche de nouvelles approches pour un enseignement plus efficace. Ainsi, la technologie éducative devint rapidement synonyme d'innovation et il semblerait que tout est possible pour améliorer la qualité d'apprentissage, y compris l'utilisation des jeux numériques (Becker, 2012).

Dans ce contexte, les jeux numériques se sont présentés comme de nouvelles opportunités pour une pédagogie ludique et plus ouverte (Prensky, 2001). Ainsi, comme nous le présentons dans la section suivante, l'utilisation des jeux numériques pour l'enseignement a évolué au fil de temps d'un simple support à l'enseignement à un mode d'apprentissage doté d'un grand potentiel.

### **1.1.2. Le rôle des TIC : du jeu ludo-éducatif au jeu sérieux**

Les premiers efforts de développement des jeux numériques, avec une intention pédagogique, remontent aux années 1960 lorsque des travaux expérimentaux en technologie éducative ont permis d'identifier le potentiel de ces jeux (Wentworth et Lewis, 1973). Parmi ces efforts, nous pouvons citer les projets *Plato* et *Logo* (Games et Squire, 2011). Pour Egenfeldt-Nielsen et al., (2005, 2013), ce rapprochement entre la technologie, le jeu et l'apprentissage a permis l'émergence du concept des jeux ludo-éducatifs (*Edutainment*). Ce concept renvoie à une formule qui tente de lier l'enseignement (*Education*) au divertissement (*Entertainment*).

Le succès des premiers jeux numériques va alors encourager l'émergence d'un domaine dédié explicitement aux jeux éducatifs destinés à l'école (Games et Squire, 2011). Toutefois, ces expériences n'ont pas pu remplir leur fonction pédagogique (Becker, 2012). D'une part, parce que les jeux ludo-éducatifs ne proposaient qu'un apprentissage superficiel et répétitif (Egenfeldt-Nielsen, 2005, 2007), et d'autre part, la conception de ces jeux manquait de fondements théoriques liés à l'apprentissage et à la motivation. Becker (2012) explique bien ce dernier point en soutenant que les jeux ludo-éducatifs ont

« échoué » leur mission parce que leurs concepteurs pensaient qu'il suffit d'intégrer un contenu éducatif dans un système de jeu pour améliorer l'expérience d'apprentissage :

*During the edutainment era, lots of educators as well as non-profit and for-profit companies began building educational computer games and it was thought that one could wrap any instruction inside a game and thereby enhance the learning experience. We now know that this doesn't work but at the many designers and developers of these educational entertainments (hence the name 'edutainment') got into producing these games without bothering to learn anything about computers or games. The result was that most of them were absolutely awful. (Becker, 2012).*

Pour Games et Squire (2011) deux raisons supplémentaires expliquent les limites des premiers jeux ludo-éducatifs à apporter une réelle valeur ajoutée pédagogique. Premièrement, les éditeurs de ces jeux ont ignoré le rôle des enseignants comme « gardiens du temple » en ce qui a trait aux outils pédagogiques utilisés dans leurs classes pour répondre aux besoins spécifiques de leurs élèves. Deuxièmement, les avancées technologiques, réalisées depuis le début des années 2000 dans l'industrie des jeux vidéo, comme les environnements 3D et les nouvelles possibilités graphiques, ont permis l'apparition d'un genre de jeux beaucoup plus attractif que celui des jeux ludo-éducatifs. Ces derniers ont, tout simplement, cessé d'intéresser leurs utilisateurs.

Ainsi, face aux limites des jeux ludo-éducatifs à offrir des expériences pédagogiques riches et face au succès des jeux vidéo, un nouveau concept a surgi et continue de séduire (Games et Squire, 2011). Il s'agit du concept du « jeu sérieux ». Il se fonde sur le principe d'utiliser les jeux vidéo pour toute intention qui ne se limite au simple divertissement (Michael et Chen, 2005). Le cas échéant, le but est de capitaliser sur le succès commercial, mais aussi technique, que connaît l'industrie des jeux vidéo depuis quelques années, pour élaborer des stratégies d'apprentissage plus efficaces (Egenfeldt-Nielsen et al., 2013). Un point de vue que partagent Shute et Ke (2012) qui expliquent que les jeux vidéo condensent les qualités d'un apprentissage efficace :

*In general, learning is at its best when it is active, goal-oriented, contextualized, and interesting. Instructional environments should thus be interactive, provide ongoing feedback, grab and sustain attention, and have appropriate and adaptive levels of challenge, in other words, have the features of good games. (Shute et Ke, 2012, p. 47)*

En outre, pour plusieurs chercheurs (Gee, 2003, 2007; Prensky, 2001; Squire, 2002), les jeux sérieux se présentent aujourd'hui comme une réponse aux besoins d'apprentissage d'une nouvelle génération d'apprenants, qui a grandi dans un contexte de généralisation des gadgets électroniques. Pour Prensky (2001) ces apprenants sont d'une « génération numérique » [*digital natives*].

### **1.1.3. Les jeux sérieux et la génération numérique**

Les TIC et les jeux numériques ont modifié le mode de réflexion et de traitement des informations de la génération numérique, et par conséquent, leur mode d'apprentissage. De ce fait, le système d'enseignement traditionnel, basé sur un découpage linéaire et rigide des contenus, ne répond plus à leurs besoins et attentes (Prensky, 2001).

Dans ce sens, Prensky (2001) avance que les élèves de la génération numérique sont capables de traiter de grandes quantités d'information rapidement, même à bas âge. Ils trouvent des solutions à leurs problèmes à travers de nouveaux canaux de communication. Ils préfèrent accomplir différentes tâches simultanément en utilisant des chemins variés vers l'atteinte d'un même but, plutôt que de suivre des étapes linéaires. Ils sont moins frustrés lorsqu'ils rencontrent une nouvelle situation. Au contraire, ils préfèrent se projeter dans une nouvelle situation et rester actifs, apprendre par essais et erreurs et trouver par eux-mêmes des solutions, plutôt que d'apprendre par l'écoute ou la lecture. Ils sont intellectuellement orientés vers la résolution des problèmes. Par conséquent, Prensky (2001), à l'instar d'autres auteurs (Gee, 2003, 2007, Sauvé et al., 2010; Squire, 2002), estime que les jeux sérieux offrent de nouveaux horizons pour la technologie éducative dans la quête des stratégies d'enseignement et d'apprentissage capables de combler les lacunes de stratégies traditionnelles.

Pourtant, d'autres chercheurs (Clark, 2003; Ritterfeld et Vorderer, 2009, Vogel et al., 2006; Wouters et al., 2009) soutiennent que les bénéfices présumés des jeux sérieux ne sont pas confirmés ou que les preuves empiriques de leur pertinence sont « maigres ». Ainsi, pour Clark (2003) l'utilisation des jeux vidéo pour l'apprentissage peut même présenter des risques. En l'occurrence, Clark (2003) met en évidence plusieurs facteurs qui peuvent avoir un impact négatif sur l'apprentissage. Dans ce sens, elle mentionne la divergence des objectifs du jeu et des objectifs d'apprentissage, la distraction des apprenants en se concentrant sur les aspects ludiques, la suspension du sentiment de conviction, l'incapacité des jeux à intéresser simultanément une population masculine et féminine ou encore le risque de donner aux joueurs l'impression de « détourner » un monde qu'ils perçoivent comme le leur, à savoir l'univers des jeux vidéo.

Dans ce contexte, la nécessité de preuves empiriques affirmant ou infirmant les impacts des jeux sérieux sur l'apprentissage s'impose. Cependant, comme nous le présentons dans la section qui suit, les résultats des études réalisées à cet effet sont mitigés. D'une part, ils confirment plusieurs avantages des jeux sérieux, et d'autre part, ils associent ces impacts positifs à la réalisation d'un certain nombre de conditions.

### **1.2. Impacts conditionnels des jeux sérieux**

L'utilisation des jeux sérieux pour une finalité pédagogique se fonde souvent sur l'hypothèse que ces outils sont plus efficaces que les méthodes traditionnelles d'enseignement (exposé, lecture, enseignement direct, ...). Dans ce cas, l'attitude des apprenants vis-à-vis au jeu est supposée augmenter l'engagement des apprenants et leur persistance sur la tâche, et par conséquent, permettre d'améliorer les résultats d'apprentissage (Kebritchi et al., 2010; Kamil et Taitague, 2011; Tobias et al., 2011).

Les études empiriques conduites dans ce sens tendent à confirmer ce potentiel. Toutefois, il en ressort aussi que l'introduction du jeu n'est pas suffisante pour améliorer les résultats d'apprentissage et qu'il importe de remplir des conditions liées à leur design et utilisation.

Étant donné que la finalité des jeux sérieux est d'augmenter la motivation intrinsèque et l'acquisition des compétences, nous présentons dans la section qui suit une synthèse des études empiriques ayant porté sur ces deux dimensions.

### **1.2.1. Impacts des jeux sérieux sur la motivation**

La différence principale entre les jeux sérieux et les autres systèmes interactifs d'apprentissage est leur intégration des attributs ludique du jeu comme facteur supportant l'apprentissage par l'augmentation de la motivation intrinsèque (Pavlas et al., 2009).

L'étude de Banfield et Wilkerson (2014), à l'instar d'autres chercheurs (Hamari et al., 2016; Eseryel et al., 2014; Pavlas et al., 2010; Sitzmann, 2011) confirme cet impact sur la motivation intrinsèque. En l'occurrence, Banfield et Wilkerson (2014) soutiennent que ces jeux permettent de remédier aux limites des méthodes classiques d'enseignement dont la motivation mise en avant est extrinsèque, comme l'obligation de présence, les notes ou tout autre facteur externe sans rapport avec la tâche en soi. Dans ce dernier cas, les apprenants ne sont engagés qu'un niveau minimal d'effort requis pour accomplir une tâche. Dès que l'objectif est atteint, le processus d'apprentissage s'arrête. Alors que la motivation intrinsèque augmente l'engagement et la persistance des apprenants pour le plaisir de la tâche, et de ce fait, influence positivement les résultats d'apprentissage.

Par ailleurs, d'autres études font ressortir certains défis liés à la motivation lorsqu'un jeu sérieux est conçu intentionnellement pour des fins d'apprentissage. Dans ce sens, Wouters et al. (2009) infirment l'existence d'un lien de causalité direct entre la motivation dans le jeu et l'acquisition des connaissances et de compétences. Ils estiment que la motivation dans le jeu ne conduit pas automatiquement à l'acquisition des connaissances. Aussi, il ressort de leur étude que l'identification des attributs qui forment la motivation dans le jeu constitue un enjeu majeur pour la conception des jeux sérieux. Ce qui est motivant dans un jeu destiné explicitement au divertissement n'est pas forcément motivant quand le jeu est utilisé pour une finalité éducative (Gunter et al., 2008).

En outre, plusieurs attributs, considérés comme déterminants dans le cas des jeux numériques, peuvent ne pas avoir le même effet pour les jeux sérieux (Wouters et al., 2009). Certains de ces attributs servant de stimuli auditifs et visuels peuvent même, à un niveau excessif, distraire et empêcher les apprenants de s'impliquer (Huang, 2011). De plus, les jeux sérieux dotés d'une grande valeur ludique n'apportent pas forcément de meilleurs résultats d'apprentissage comparativement à ceux dotés d'une valeur ludique plus faible (Sitzmann, 2011).

De même, il ressort des études empiriques que la capacité des jeux sérieux à motiver dépend des paramètres comme la nature du défi et des tâches à accomplir (Eseryel et al., 2014; Hamari et al., 2016), de l'intégration des méthodes actives de présentation des contenus (Sitzmann, 2011) ou encore de la qualité de sélection et d'intégration des attributs ludiques (Huang, 2011; Pavlas et al., 2010; Wouters et al., 2009).

En somme, les études empiriques conduites sur l'apport de l'utilisation des jeux vidéo pour améliorer la motivation, et par conséquent l'apprentissage, tendent à confirmer ce potentiel. Néanmoins, il s'avère que cet apport dépend de la qualité d'intégration des attributs motivationnels de jeu et des méthodes d'enseignement avec le contenu.

### **1.2.2. Impacts des jeux sérieux sur l'apprentissage**

Les études empiriques conduites pour évaluer l'impact des jeux sérieux rapportent des bénéfices en matière d'acquisition des compétences cognitives, psychomotrices et sociales. Cependant, il en ressort que l'atteinte des objectifs d'apprentissage est tributaire d'un nombre de conditions pédagogiques et techniques.

Ainsi, Sauvé et al. (2007), concluent une revue systématique de 193 études pour soutenir que, au-delà de l'aspect motivationnel des jeux sérieux, ceux-ci favorisent le développement d'habiletés sociales de coopération, de communication et de relations interpersonnelles. Ils permettent de renforcer les sentiments d'estime, de confiance en soi, d'engagement et de persévérance. Ils favorisent le

développement des stratégies et d'habiletés de résolution des problèmes et de prise de décisions. De même, ils favorisent la structuration et l'organisation des connaissances ainsi que l'intégration de l'information et la transposition des compétences acquises dans d'autres contextes.

De façon similaire, Sitzmann (2011) conclut que les jeux sérieux ont un potentiel pour améliorer l'apprentissage et le développement de diverses compétences. Plus spécifiquement, ces jeux, comparés aux méthodes traditionnelles, permettent d'améliorer l'acquisition des connaissances déclaratives (11%), l'acquisition des connaissances procédurales (14%), la rétention (9%) et le développement du sentiment d'efficacité personnelle (20%). De même, Sitzmann (2011) suggère que l'apprentissage à partir de ces jeux est optimal lorsque ces jeux sont intégrés dans un programme éducatif (avec d'autres méthodes d'enseignement), plutôt que lorsqu'ils sont utilisés seuls.

Dans le même ordre d'idées, Connolly et al. (2012) concluent une revue systématique d'études et avancent que les jeux sérieux permettent d'améliorer l'acquisition des connaissances et la compréhension des contenus dans différents domaines. Ils favorisent le développement des compétences perceptuelles et cognitives, comme l'attention, la mémoire et la perception visuelle dans un environnement 3D. Ils améliorent les compétences de résolution des problèmes. Ils favorisent le changement comportemental, comme l'acquisition des attitudes positives envers des problématiques sociales. Ils favorisent le développement de compétences sociales et relationnelles comme la collaboration ou la coopération. De même, ils ont des effets affectifs, motivationnels et physiologiques sur les apprenants, comme le plaisir et l'expérience du flux. Les auteurs ont aussi rapporté des effets non intentionnels, qui ne sont pas prévus initialement, comme le développement des compétences de raisonnement.

De leur part, Wouters et al., (2013) concluent une revue systématique d'études en soutenant que, comparativement aux méthodes traditionnelles d'enseignement comme la lecture ou l'enseignement direct, les jeux sérieux sont plus efficaces que pour l'acquisition des connaissances et le développement des compétences cognitives (utilisation efficace des processus cognitifs facilitant l'apprentissage). Ces

jeux permettent une meilleure, et plus longue, rétention des connaissances, ce qui suppose une meilleure compréhension et un traitement plus profond des connaissances. De même, ces jeux semblent être bénéfiques pour l'apprentissage des langues, car les graphiques et les visuels dynamiques facilitent l'encodage des sens et l'interprétation des mots et offrent un contexte authentique pour pratiquer la langue.

Par ailleurs, Sitzmann (2011) et Wouters et al. (2013) estiment qu'il y a plusieurs conditions qui doivent se réunir pour aboutir à un effet positif. D'abord, un tel effet requiert de multiples sessions d'apprentissage, et non une seule session, afin de donner à l'apprenant le temps de se familiariser avec l'environnement du jeu sérieux, qui peut parfois s'avérer complexe. Ainsi, des sessions d'apprentissage plus courtes, ne laissant pas le temps à l'apprenant le temps de traiter le contenu, peuvent conduire à un apprentissage plus faible et à une démotivation des apprenants par rapport aux méthodes traditionnelles. De plus, les jeux sérieux sont plus efficaces quand ils sont accompagnés d'autres méthodes d'enseignement qui assistent l'apprenant à articuler et intégrer les connaissances acquises avec ses anciennes connaissances. À cet effet, Sitzmann (2011) soutient que seuls les jeux sérieux qui intègrent des méthodes actives pour la présentation des contenus peuvent engager les apprenants et améliorer les résultats d'apprentissage.

Dans le même sens, Cameron et Dwyer (2005) estiment que, à moins d'introduire des rétroactions élaborées qui permettent aux apprenants de prendre conscience de leurs erreurs et de les analyser, l'apprentissage par le jeu sérieux n'est pas plus efficace qu'un mode traditionnel par la lecture.

Pour leur part, Anderson et Bavelier (2011) et Ke et Grabowski (2007) soutiennent que la stratégie de jeu (genre de jeu), et par conséquent, les stratégies pédagogiques sous-jacentes influencent l'impact du jeu sérieux sur l'apprentissage.

Somme toute, nous pouvons conclure à la lumière des différentes études réalisées pour évaluer les effets des jeux sérieux que ces jeux ont un potentiel notable pour augmenter la motivation intrinsèque

et faciliter l'acquisition des compétences variées. Cependant, ces performances dépendent de leur capacité à intégrer efficacement les attributs du jeu avec un contenu éducatif et à intégrer des méthodes actives d'enseignement. En d'autres termes, les performances des jeux sérieux dépendent de la qualité de leur design pédagogique.

À cet effet, comme nous le présentons dans la section qui suit, de nombreuses approches ont été proposées pour faciliter le processus de design pédagogique des jeux sérieux, sans toutefois déboucher sur une démarche consensuelle.

### **1.3. Les approches de conception des jeux sérieux éducatifs**

Le domaine de design des jeux sérieux est une discipline relativement récente qui se trouve à un stade embryonnaire de construction. De ce fait, il n'existe aucune approche standard ou consensuelle comme c'est le cas dans le domaine de design pédagogique (*instructional design*) avec le modèle générique ADDIE, issu des travaux de l'armée américaine en matière de développement des dispositifs de formation. Le cas échéant, nous pouvons distinguer deux types d'approches de design qui tendent de plus en plus à s'intégrer, soit les approches industrielles et les approches théoriques.

#### **1.3.1. Les approches industrielles de design des jeux sérieux**

À défaut de fondements théoriques viables, les premières approches de conception des jeux sérieux s'appuyaient sur les approches de design des jeux vidéo (Wilkinson, 2016). Nous pouvons qualifier ces approches d'industrielles car elles sont centrées sur le processus de création de jeu plus que sur les fondements théoriques en lien avec les théories d'enseignement et d'apprentissage. Leur objectif était principalement de produire des jeux sérieux aussi attractifs que les jeux vidéo commerciaux, en suivant des processus et des étapes similaires à ceux du domaine de design des jeux (*game design*), et ce, dans le respect des contraintes de gestion des projets de développement, à savoir une qualité optimale, des coûts dans la limite des budgets alloués et des délais conformes au plan de conception prévu en début de projet.

L'approche de conception du jeu *America's Army* (Armée américaine, 2002), considéré par plusieurs chercheurs (Djaouti et al., 2011; Wilkinson, 2016) comme le premier titre significatif des jeux sérieux s'inscrit dans cette optique. Dans ce sens, Shilling et al. (2002) expliquent que le jeu a été développé par un groupe constitué de concepteurs de jeux vidéo, des chercheurs dans le domaine de simulation et des étudiants, en suivant les processus de design des jeux vidéo afin de produire un jeu aussi réaliste que possible. Ces auteurs expliquent que la formalisation du processus de design n'est venue que plus tard.

Un autre exemple d'approche industrielle de conception des jeux sérieux est la méthode proposée par Marfisi-Schottman et al. (2009) qui aborde le développement des jeux sérieux d'un point de vue technique, à l'image du développement d'un produit industriel. À cet effet, la méthode se fonde sur le modèle 5M largement utilisé en génie industriel. Ladite méthode propose sept étapes dans le processus de développement des jeux sérieux. Puis, pour chacune des étapes, il est question de définir les cinq composantes du processus, soit : la main-d'œuvre (les acteurs humains), le matériel (outils informatiques), la matière (documents, maquettes, ou tout autre artefact), la méthode (séquence des étapes et ensemble des échanges entre acteurs) et le milieu (tous les éléments externes au projet comme les experts, les sous-traitants, les apprenants et les tuteurs). La méthode définit également l'ordonnancement des étapes, les acteurs de chaque opération et les relations qui lient les composantes entre elles.

Les deux exemples cités ci-dessus montrent que les approches industrielles émanent d'une vision pratique, plutôt que théorique, dont le premier souci est à caractère économique, soit de produire un jeu sérieux dans le respect des contraintes des projets de conception. De ce fait, ces approches manquent le plus souvent de fondements théoriques en matière d'enseignement et d'apprentissage. Il s'agit, le cas échéant, d'une lacune que des approches théoriques ont émergé pour combler.

### 1.3.2. Les approches théoriques de design des jeux sérieux

Les approches théoriques sont des approches issues des travaux de recherche relatifs à la conception et au développement des jeux sérieux éducatifs. Elles visent surtout la mise en place des cadres appropriés pour faciliter l'analyse, la conception et l'évaluation de ces dispositifs (Wilkinson, 2016). Elles se caractérisent essentiellement par une tendance à intégrer une dimension théorique à ces cadres, notamment par l'utilisation des théories d'enseignement, d'apprentissage et de motivation, afin de définir des principes généraux décrivant le processus d'apprentissage par jeux sérieux ou de définir des orientations à même de permettre la généralisation et la réutilisation des démarches de conception.

Une des premières approches théoriques qui reflètent cet objectif est le modèle de Garris et al. (2002). Ce modèle se fonde sur une perspective constructiviste d'apprentissage, notamment la théorie d'apprentissage expérientiel (Kolb, 2014). Plus spécifiquement, le modèle propose un processus d'apprentissage dont les éléments en entrée sont le contenu éducatif et les attributs de jeu et dont les éléments en sortie sont les résultats d'apprentissage (compétences, résultats cognitifs et résultats affectifs). Il s'agit d'un modèle descriptif du processus d'apprentissage par les jeux sérieux, mais aussi d'une démarche prescriptive qui définit les principales caractéristiques du jeu à prendre en considération.

Dans le même sens, McMahan (2009) propose un cadre qui a pour but de fournir une structure claire à même de guider le processus de design pédagogique des jeux sérieux en insistant sur l'expérience de l'utilisateur final, et ce, par l'intégration des techniques itératives et créatives du design des jeux. Le cas échéant, McMahan (2009) s'appuie sur le modèle générique d'ingénierie pédagogique ADDIE, auquel il intègre des étapes du processus de design des jeux vidéo.

Pour leur part, van Stalduinen et de Freitas (2011) proposent un cadre dont la particularité est d'intégrer des théories et des principes issus des domaines d'éducation, de design pédagogique et de design des jeux vidéo. Plus spécifiquement, le cadre identifie quatre axes à prendre en considération pour la conception des jeux sérieux (enseignement, apprentissage, évaluation, alignement). Puis, il s'appuie sur

un ensemble de théories et de cadres conceptuels pour justifier les choix pédagogiques, comme la taxonomie de Bloom (Anderson et al., 2001), le modèle de conception des jeux sérieux de Garris et al. (2002), le modèle de conception des jeux sérieux de Wilson et al. (2009), le cadre de design des jeux sérieux 4DF (de Freitas et Jarvis, 2006) et les principes de design pédagogique de Merrill (2002).

La méthodologie « Art de design des jeux sérieux » de l'université de Ryerson (2018) s'inscrit dans le même courant en proposant une démarche opérationnelle pour le design des jeux sérieux. Cette méthodologie se fonde sur le cadre *Design Play Experience* (DPE) de design des jeux sérieux (Winn, 2009), qui est lui-même une extension du cadre *Mechanics-Dynamics-Aesthetics* (MDA) de design des jeux vidéo (Hunicke et al., 2004). Elle a pour but de proposer une démarche collaborative de conception des jeux sérieux avec des outils d'aide à la décision sous forme de cartes de jeu.

En résumé, les approches théoriques s'accordent pour inscrire le processus de design des jeux sérieux dans un cadre qui tient compte des paramètres pédagogiques et didactiques à même d'optimiser l'apport de ces jeux dans un contexte éducatif. Elles tendent à intégrer des théories de différents domaines (enseignement et apprentissage, *game design*, design pédagogique). Cependant, comme nous le présentons dans la section qui suit, en comparant ces approches nous constatons qu'elles divergent en ce qui concerne leurs perspectives théoriques, démarches et outils.

### **1.3.3. Comparaison des approches récentes de design des jeux sérieux**

Dans le cadre de ce travail, nous avons identifié, à partir des principales bases de données (ERIC, SAJE, Science Direct, JSTOR, Google Scholar), plus d'une quarantaine d'approches qui portent sur le design des jeux sérieux éducatifs. Certaines de ces approches ne sont pas assez élaborées, documentées ou détaillées. De ce fait, nous avons retenu de ce panel initial, 26 approches (appendice 1) que nous avons analysées et comparées selon trois principales dimensions, soit : la finalité de l'approche (portée, public visé, phases du processus de design), ses fondements théoriques (théorie ou modèle théorique qui oriente l'approche) et les étapes qu'elle propose pour le processus de design.

Le tableau 1 présente des éléments comparés dans chaque approche. L'axe *Détail* renseigne sur le périmètre de l'approche et sa portée. L'axe *Public cible* renseigne sur les profils des praticiens visés par l'approche. L'axe *Étapes du processus* renseigne sur la phase du processus de design couverte par l'approche. L'axe *Spécificité au contexte* renseigne si l'approche est spécifique à un contexte donné ou elle a une portée générale.

- ***Finalités des approches***

Toutes les approches que nous avons identifiées ont pour but de soutenir la création des jeux sérieux. Cependant, ces approches diffèrent selon l'intention et la finalité principale. En l'occurrence, le modèle de Garris et al. (2002), le modèle GOM II (Amory, 2007) et le modèle de design pédagogique sérieux (Becker et Parker, 2012) portent sur l'ensemble des phases du processus de design. D'autres approches se concentrent essentiellement sur une ou deux phases de ce processus, comme le cadre 4DF (de Freitas et Jarvis, 2006), le modèle de jeu expérientiel (Kiili, 2005) ou le modèle RETAIN (Gunter et al., 2008) qui se concentrent principalement sur les étapes des phases de design et d'évaluation des jeux sérieux. Tandis que, le cadre PDE (Winn, 2009) et le modèle DODDEL (McMahon, 2009) se concentrent surtout sur la phase de design pédagogique et l'intégration des attributs de jeu avec un contenu éducatif. De même, certaines approches n'abordent qu'un aspect particulier de la phase de design, comme le cadre LM-GM (Lim et al., 2013) qui porte exclusivement sur l'intégration des mécaniques de jeu et les mécaniques d'apprentissage.

Les finalités principales des approches de design diffèrent également selon le public ciblé par chacune de ces approches. Ainsi, si la majorité des approches sont destinées aux concepteurs pédagogiques, d'autres sont destinées à d'autres intervenants comme, le modèle GOM II destiné d'abord aux développeurs informatiques, le modèle DODDEL destiné à des concepteurs de jeux vidéo désirant concevoir des jeux sérieux ou encore la méthodologie centrée sur le contenu (Moreno-Ger et al., 2008) destinée aux experts de contenu.

Tableau 1

Comparaison des approches de design des jeux sérieux

Approche	Détail		Public cible			Étapes du processus				Spécifique à un contexte		
	Modèle	Cadre	Méthodologie	Concepteurs Pédagogiques	Concepteurs des jeux vidéo	Expert de contenu	Équipe de travail	Création	Design		Intégration	Évaluation
Garris et al. (2002)	x			x				x		x		
Le modèle MDA (Hunicke et al., 2004)		x			x				x		x	
Le modèle du jeu expérientiel (Kiili, 2005)	x			x					x		x	
GOM II (Amory, 2007)	x				x			x			x	
Adventure Author (Robertson et Nicholson, 2007)			x	x			x	x				x
Le cadre 4DF (de Freitas et Jarvis, 2008)		x		x		x			x	x	x	
The RETAIN model (Gunter et al., 2008)	x			x					x		x	
Le modèle CCDP (Moreno-Ger et al., 2008)			x			x	x	x	x			x
Le modèle DPE (Winn, 2009)	x			x					x	x		
Le modèle DODDEL (McMahon, 2009)	x		x	x	x		x	x	x	x		
Yusoff et al., (2009)		x		x					x	x		
Marfisi-Schottman et al. (2009)			x	x	x		x	x				
Le cadre "Is" (Annetta, 2010)		x		x					x			
Marne et al. (2012)		x		x					x	x		
A 10 steps design methodology for Serious Games (Fumarola et al., 2012)			x	x		x		x	x	x		x
Le cadre Apprentissage basé sur le jeu (van Staalduinen, de Freitas, 2012)		x		x				x	x	x	x	
The 5/10 method (Jeuring et al., 2014)			x	x		x			x		x	
A serious game development process using competency approach (Saavedra et al. 2014)			x	x			x		x			x
Barbosa et al. (2014)			x						x	x		
The Serious ID (Becker et Parker , 2012)	x		x	x				x	x	x		
Le cadre LM-GM (Lim et al., 2013)		x									x	
Activity theory-based model for SG (Carvalho et al., 2015)		x	x	x					x			
Framework to Gamify Services (Klapztein et Cipolla, 2016)		x			x		x		x			
Ferreira et al., (2016)			x				x		x			x
de Lope et al., 2017			x			x	x					
The Art of Serious Game Design (Ryerson University, 2014)			x	x	x		x		x	x	x	

Dans le même sens, des approches sont spécifiques à un besoin particulier, comme la méthodologie *Adventure Author* qui vise la création des jeux sérieux de type Aventure, en proposant un logiciel auteur à cet effet, ou spécifiques à un contexte particulier, comme le développement des programmes scolaires avec une approche par compétence dans le cas du modèle de (Carvalho et al., 2015), ou l'enseignement informel dans le cas de la méthodologie de Ferreira et al. (2016).

En conséquence des différences des approches, en termes de finalités et de publics ciblés, les portées des approches diffèrent. Dans ce sens, nous pouvons distinguer trois niveaux de détail: les modèles, les cadres (*framework*) et les méthodologies (Ávila et al., 2017).

Les modèles réfèrent aux approches qui visent principalement à définir des fondements théoriques (descriptifs ou explicatifs) du processus d'apprentissage ou du processus de design des jeux sérieux. C'est le cas des modèles de Garris et al. (2002) et de Kiili (2005) qui définissent, de deux façons différentes, un cycle d'apprentissage expérientiel pour décrire le processus d'apprentissage par jeux sérieux. De même, le modèle RETAIN (Gunter et al., 2008) définit, à partir différentes théories d'apprentissage, de design pédagogique et de design des jeux, les facteurs qui doivent guider le développement des jeux sérieux.

Par contraste, les cadres (*frameworks*) sont des approches intermédiaires entre les modèles et les méthodologies. Ils visent à opérationnaliser des concepts théoriques en proposant des orientations et de principes de design. Dans ce sens, nous pouvons citer les cadres MDA (Hunicke et al., 2004), DPE (Winn, 2009), 4DF (de Freitas et Jarvis, 2006) ou encore le cadre LM-GM (Lim et al., 2013).

Enfin, les méthodologies sont les démarches détaillées du processus de design des jeux sérieux. Celles-ci mettent en évidence les phases et les étapes du processus de design, comme la méthodologie à dix étapes pour le design des jeux sérieux (Fumarola et al., 2012) ou la méthode 5/10 pour le design des jeux sérieux (Jeuring et al., 2014).

Par ailleurs, certaines approches portent sur plus d'un niveau de détail en proposant une dimension théorique (modèle) et une autre plus opérationnelle (cadre ou méthodologie). Par conséquent, nous pouvons avancer que certaines approches sont d'une nature généraliste, alors que d'autres sont plus adaptées selon la finalité, le public ciblé ou le contexte. Cette hétérogénéité soulève un autre défi, soit celui des divergences en termes des fondements théoriques de ces approches.

- **Fondements théoriques**

Il existe deux points de vue en ce qui concerne les fondements théoriques des approches de design des jeux sérieux. D'une part, des approches, surtout celles qui s'appuient sur les théories d'ingénierie pédagogique et le modèle ADDIE, qui ne privilégient aucune perspective théorique (béhaviorisme, constructivisme ou cognitivisme) et recommandent plutôt une adéquation entre l'objectif d'apprentissage et la stratégie pédagogique du jeu sérieux. C'est les cas du Modèle DODDEL (McMahon, 2009) et le cadre DPE (Winn, 2009) qui postulent que l'approche pédagogique du jeu sérieux peut être basée sur n'importe quelle perspective, mais indépendamment de la perspective choisie, elle doit être adaptée aux objectifs d'apprentissage et au résultat attendu. D'autre part, des approches qui se fondent sur la perspective constructive ou qui préconisent le design des activités d'apprentissage selon cette perspective. Ainsi, sur l'ensemble des approches, que nous avons retenues pour ce travail, plus de la moitié (15/26) prônent le design des activités selon le cycle d'apprentissage expérientiel (Kolb, 2014), recommandent l'utilisation des types de jeux qui favorisent cet apprentissage, notamment des jeux d'aventures, ou privilégient des stratégies pédagogiques actives (*learning by doing*).

Un des exemples de cette dernière catégorie est le modèle de Garris et al. (2002). Ledit modèle propose un cycle d'apprentissage dans les jeux sérieux en quatre phases itératives : les jugements de l'utilisateur (ce qu'il pense du jeu), les comportements (ce qu'il fait), les rétroactions du système et le débriefage (moments de réflexion et d'abstraction). Le même cycle a été adopté par van Staaldin et de Freitas (2011) pour l'élaboration de leur cadre d'apprentissage basé sur le jeu.

De façon similaire, le modèle du jeu expérientiel (Kiili, 2005) propose un cycle en quatre phases qui commence par la proposition des défis avec des buts clairs, puis une expérimentation active, ensuite une observation réflexive, et enfin, la construction des schémas.

Pour leur part, Gunter et al. (2008) et Amory (2007) s'appuient sur la théorie d'équilibration (Piaget, 1975) pour élaborer respectivement le modèle RETAIN et le modèle GOM-II.

Dans le même sens, d'autres approches de design privilégient une pédagogie de résolution de problème avec des jeux d'aventure, des quêtes ou des puzzles, pour un apprentissage réaliste, contextualisé et actif (Barbosa et al., 2014; Annetta, 2010; Ferreira et al., 2016; Moreno-Ger et al., 2008; Robertson et Nicholson, 2007).

En lien avec les théories de motivation, la théorie de flux (Csikszentmihályi, 1990) s'impose comme cadre d'analyse et de design largement adopté. Dans ce sens, de nombreuses approches (Kiili, 2005; Amory, 2007; Winn, 2009; McMahon, 2009; van Staalduinen et de Freitas, 2011) recommandent le recours à cette théorie pour le design des activités d'apprentissage. En l'occurrence, cette théorie stipule que les activités engageantes sont les activités dont le défi s'adapte continuellement avec les compétences du joueur. Ce qui implique que, au fur et à mesure que le joueur avance dans le jeu et acquière de nouvelles compétences, la difficulté des tâches doit proportionnellement augmenter afin de maintenir son attention et engagement, mais sans que les défis deviennent insurmontables. De ce fait, l'effet divertissant du jeu constitue une motivation à l'apprentissage en augmentant l'engagement de l'apprenant sur les tâches.

Cependant, concevoir des jeux sérieux qui sont à même d'intégrer efficacement les facteurs motivationnels des attributs du jeu avec un contenu éducatif est une tâche complexe (Bogost, 2007). À cet effet, plusieurs approches proposent des méthodologies de design des jeux sérieux, sans toutefois, s'accorder sur une approche standard et consensuelle.

- ***Processus de design des jeux sérieux***

Les méthodologies des approches que nous avons identifiées présentent une grande hétérogénéité en ce qui concerne le nombre d'étapes, leurs séquencements et leurs livrables. Pour faciliter la comparaison de ces méthodologies, nous avons eu recours aux étapes du modèle générique de design pédagogique ADDIE comme cadre de référence. Ledit modèle étant considéré par plusieurs auteurs comme modèle générique du processus de design pédagogique (Branch, 2008) et à partir duquel de nombreuses méthodes de design actuelles sont issues (Basque et al., 2010).

Le tableau 2 montre comment les phases de design, proposées par les approches analysées dans le cadre de ce travail, se répartissent autour des cinq phases du modèle ADDIE, soit l'analyse, le design, le développement, l'implémentation et l'évaluation. Ce tableau nous permet de faire plusieurs constats.

Ainsi, il ressort que certaines méthodologies couvrent l'ensemble des phases du processus de design, alors que d'autres mettent l'accent sur certaines phases plutôt que d'autres. En l'occurrence, les étapes les plus détaillées sont les phases d'analyse et de design pédagogique (conception de l'architecture du système et des activités). La phase de développement (création des ressources) est souvent mentionnée mais sans être détaillée. Dans ce dernier cas, certains auteurs (Gibbons, 2013; Moore et al., 2003) arguent que cette phase, de nature technique, fait appel à d'autres techniques (développement informatique, médiatisation) et ne constitue pas un enjeu majeur du moment où on maîtrise la technologie.

En outre, plusieurs approches intègrent dans la phase de développement des étapes d'implémentation et de test. La phase d'évaluation est mentionnée dans la majorité des approches afin de prévoir une étape validation du produit fini ou d'évaluer le processus de design lui-même.

De plus, nous constatons également que les étapes et le déroulement de la phase de design diffèrent significativement d'une approche à l'autre. À titre d'exemples, le cadre conceptuel DPE (Winn, 2009) porte sur la définition des paramètres de quatre couches. Le modèle DODDEL (McMahon, 2009)

stipule l'élaboration d'une documentation. Alors que la méthode 5/10 (Jeuring et al., 2014) et la méthode de design sérieux (Becker et Parker, 2012) portent sur la définition des modèles conceptuels.

Un autre aspect crucial de la phase de design qui diffère selon les approches est l'intégration des attributs du jeu avec le contenu éducatif. Dans ce sens, nous constatons que certaines approches, comme le modèle de Garris et al. (2002), le cadre DPE (Winn, 2009) ou le cadre 4DF (de Freitas et Jarvis, 2006), commencent par identifier les mécaniques du jeu et les mécaniques d'apprentissage avant de les intégrer, alors que d'autres approches se passent de cet exercice.

De même, certaines approches structurent les activités d'apprentissage en les intégrant dans des quêtes, des histoires ou des structures narratives, notamment avec le recours aux jeux d'aventure comme genre de jeu privilégié. En revanche, d'autres approches structurent les activités plutôt comme mini-jeux ou des puzzles sans structure narrative et sans spécifier le genre de jeu. Par conséquent, les stratégies pédagogiques et le séquençement des activités dans les jeux sérieux produits diffèrent significativement.

Enfin, en matière de la gestion des intervenants dans le processus de design, il est à noter que, quoique la majorité d'approches avance que la conception d'un jeu sérieux est l'affaire d'équipes multidisciplinaires, un nombre limité de ces approches est orienté vers le travail collaboratif et, de ce fait, définit les règles de fonctionnement des équipes de conception (Moreno-Ger et al., 2008; McMahon, 2009; Marfisi-Schottman et al., 2009).

Somme toute, la comparaison des processus de design proposés par les différentes approches met en évidence une grande hétérogénéité de démarches et de techniques qui caractérisent le domaine de design des jeux sérieux. En l'occurrence, ces divergences nous permettent d'identifier des limites aux approches actuelles.

**Tableau 2**

*Comparaison des étapes des processus de design selon les étapes du modèle ADDIE*

<b>Approche</b>	<b>Analyse</b>	<b>Design</b>	<b>Développement</b>	<b>Implémentation</b>	<b>Évaluation</b>
Adventure Author (Robertson et Nicholson, 2007)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exploration</li> <li>• Génération des idées</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Game design</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implémentation du jeu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Test du jeu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Évaluation</li> </ul>
Le cadre 4DF (de Freitas et Jarvis, 2008)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse</li> <li>• Spécification</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Design</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Développement et test</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Activité d'apprentissage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Évaluation</li> </ul>
Le modèle CCDP (Moreno-Ger et al., 2008)		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conception</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Développement</li> <li>• Production</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Évaluation</li> </ul>
DPE (Winn, 2009)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Design des couches</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Équilibrage du jeu</li> </ul>	
Le modèle DODDEL (McMahon, 2009)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proposition</li> <li>• Documentation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Production</li> <li>• Prototype</li> <li>• Développement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implémentation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Évaluation</li> </ul>
Marfisi-Schottman et al. (2009)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Collecte de besoin</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conception</li> <li>• Contrôle de qualité pédagogique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réalisation des ressources</li> <li>• Contrôle et débogage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Test sur la population</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilisation et maintenance</li> </ul>
A 10 steps design methodology for Serious Games (Fumarola et al., 2012)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Décision</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Définition des modèles</li> <li>• Données</li> <li>• Base de données</li> <li>• Simulation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jeu</li> </ul>		
The 5/10 method (Jeuring et al., 2014)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Design</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Développement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implémentation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Évaluation</li> </ul>
A serious game development process using competency approach (Saavedra et al. 2014)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prérequis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Design</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Développement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tests</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Post-mortem</li> </ul>
Barbosa et al. (2014)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Définir le jeu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Définir l'histoire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Création du jeu</li> <li>• Mécanismes d'apprentissage</li> </ul>		

Approche	Analyse	Design	Développement	Implémentation	Évaluation
The Serious ID (Becker et Parker, 2012)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Découverte</li> <li>• Recherche et préparation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Design</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prototype</li> <li>• Modèle conceptuel</li> <li>• Modèle opérationnel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• tests finaux</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• post-mortem</li> </ul>
Activity theory-based model for SG (Carvalho et al., 2015)		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Activités</li> <li>• Séquences</li> <li>• Actions, outils et buts</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Décrire implémentation</li> </ul>		
Framework to Gamify Services (Klapztein et Cipolla, 2016)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Problématisation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construction</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intervention</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Évaluation</li> </ul>
Ferreira et al. (2016)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objectifs et population</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proposition de la solution</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Histoire</li> <li>• Univers</li> <li>• Objets du jeu</li> </ul>		
de Lope et al. (2017)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pré-analyse</li> <li>• Conception des scènes</li> </ul>	Design : <ul style="list-style-type: none"> <li>• pédagogique</li> <li>• affectif</li> <li>• adaptation</li> <li>• collaboration</li> </ul>			
The Art of Serious Game Design (Ryerson University, 2014)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• conceptualisation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Remue-méninge</li> <li>• prototype</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Développement</li> </ul>		

#### **1.4. Limites des approches actuelles de design des jeux sérieux**

Depuis l'apparition du concept du jeu sérieux au début des années 2000, plusieurs approches de design ont été proposées afin d'élaborer des démarches viables à même de faciliter l'analyse, la conception et l'évaluation de ces jeux. Ces approches ont permis l'accumulation d'une base de connaissance en ce qui concerne l'identification des éléments clés pour le design d'un jeu sérieux, l'inscription du processus de design dans des cadres théoriques rigoureux et la description plus ou moins détaillée des principales phases et étapes de ce processus. Toutefois, il ne demeure pas moins vrai que, à ce jour, il n'y a aucune approche consensuelle et satisfaisante pour guider le processus de design et garantir sa fiabilité. Notre analyse de quelques approches de design récentes nous a permis d'identifier quatre principales limites que celles-ci présentent.

##### **1.4.1. Limite 1 : manque d'une approche globale, cohérente et intégrée du design**

Comme nous l'avons mentionné dans la section précédente, les approches de design diffèrent selon la finalité, et par conséquent, selon la portée. En l'occurrence il y a des modèles théoriques, des cadres et des méthodologies. La plupart des approches actuelles ont une finalité précise en fonction d'un public particulier, mais certaines approches peuvent être à cheval entre deux niveaux de détail, comme le modèle de Garris et al. (2002), qui propose une description du processus d'apprentissage et des orientations pour le design des jeux sérieux, ou le cadre d'apprentissage basé sur le jeu (van Staalduinen et de Freitas, 2011) qui propose à la fois des orientations et une méthodologie de design avec d'outils d'aide au design.

Cependant, il n'y a aucun modèle qui propose une vision globale, cohérente et intégrée du processus de design des jeux sérieux. En d'autres termes, un modèle qui offre des fondements théoriques au processus de design, des principes de design guidant ce processus et une méthodologie détaillée et documentée des phases et des étapes à suivre.

La cohérence d'un tel modèle permettrait de lier les aspects stratégiques et opérationnels, ainsi que la théorie et la pratique du processus de design des jeux sérieux. De même, elle permettrait d'ancrer les décisions pédagogiques et didactiques, au moment de la conception des activités, dans un cadre global.

#### **1.4.2. Limite 2 : divergences des fondements théoriques**

Étant issues de différents domaines, les approches actuelles de design des jeux sérieux divergent en matière de théories sur lesquelles elles se fondent, ainsi que les pédagogies qu'elles privilégient. Le cas échéant, ces approches s'appuient sur des théories des domaines d'enseignement, d'apprentissage, de design pédagogique (*instructional design*) et de design des jeux (*game design*), et le plus souvent, sur un mixte de théories de différents domaines.

Cette divergence implique, d'une part, une difficulté de choix des stratégies pédagogiques pour la conception des activités d'apprentissage, et d'autre part, une difficulté de choix d'éléments à intégrer pour le design des jeux sérieux. Dans ce dernier cas, nous pouvons citer l'exemple du modèle de Garris et al. (2002) qui identifie six composantes de l'aspect motivationnel des jeux sérieux (fantaisie, règles/but, stimuli sensoriels, défis, mystère, contrôle), tandis que le RETAIN (Gunter et al., 2008) en identifie, à partir du modèle ARCS (Keller, 1987), quatre composantes (Attention, Pertinence, Confiance et Satisfaction).

De plus, la divergence des fondements théoriques complique le travail des équipes multidisciplinaires de design des jeux sérieux et ouvre la voie à des interprétations variées, et parfois contradictoires, des attributs des jeux sérieux et des principes qui doivent guider leur design.

#### **1.4.3. Limite 3 : manque de démarches détaillées satisfaisantes pour le de design**

Les approches actuelles de design des jeux sérieux s'articulent, d'une façon générale, autour des étapes similaires à celles du modèle générique de design pédagogique ADDIE, soit : analyse, design, développement, implémentation et évaluation. Étant donné que les premières étapes (phase d'analyse) et les dernières (phase d'évaluation) sont décrites d'une façon rigoureuse et complète dans le modèle

ADDIE (Hannum, 2005) et étant donné que l'enjeu principal du design des jeux sérieux réside dans la conception des activités d'apprentissage (Reigluth et Carr-Chellman, 2009), la phase de design du processus est au cœur de la majorité des méthodologies proposées. Cependant, force-nous est de constater deux lacunes qui s'y rattachent.

Premièrement, une dominance des approches de macro-design (grandes étapes de la phase de design) sur les approches portant sur le micro-design (conception et séquençement des activités d'apprentissage). En d'autres termes, souvent ces démarches décrivent ce qu'il faut faire et ne décrivent pas comment le faire.

Deuxièmement, la majorité des démarches ne sont pas ancrées dans la pratique. Elles sont difficilement applicables par les concepteurs pédagogiques parce que la théorie ne reflète pas toujours la pratique. De ce fait, contrairement aux approches industrielles de design, elles ne tiennent pas compte de plusieurs paramètres déterminants dans le processus de design des jeux sérieux.

Le cas échéant, une démarche qui se fonde sur des assises théoriques solides et des pratiques professionnelles pourrait remédier à ces lacunes.

#### **1.4.4. Limite 4 : lacunes pour l'intégration des éléments du « jeu » et du « sérieux »**

À la différence des systèmes interactifs d'apprentissage, dont le but est de soutenir l'acquisition des connaissances et des compétences, et des jeux numériques, dont le but est de proposer des expériences motivantes à travers le divertissement, les jeux sérieux visent simultanément l'apprentissage et la motivation à jouer. Le défi principal du design de ces jeux est de pouvoir intégrer les éléments de l'aspect « jeu » et ceux de l'aspect « sérieux » et de pouvoir équilibrer entre les deux aspects en vue de créer une expérience holistique (Becker, 2007; Hirumi et al., 2010, Hussain et al., 2011).

De ce fait, les approches de design des jeux sérieux accordent une grande importance à l'intégration des attributs du jeu avec le contenu éducatif. Cependant, ces approches proposent rarement des orientations assez détaillées quant à la démarche à suivre à cet effet.

Ainsi, nous constatons un manque d'orientations quant au choix du genre de jeu et de la stratégie pédagogique sur la base des types de compétences à développer. Les approches décrivent rarement comment élaborer des scénarios pédagogiques et structurer les activités d'apprentissage selon une progression pédagogique.

De même, ces approches ne s'accordent pas sur les mécaniques du jeu et ceux d'apprentissage à intégrer dans les jeux sérieux et décrivent très rarement comment articuler ces deux types de mécaniques.

### **1.5. Conclusion de la problématique**

Les jeux sérieux offrent de multiples opportunités en tant qu'outils d'une pédagogie ouverte et ludique, à même d'engager et motiver intrinsèquement les apprenants et améliorer les résultats d'apprentissage. Les résultats des études empiriques conduites pour vérifier ces présomptions tendent à s'accorder pour confirmer ces bénéfices. Ils suggèrent que les jeux sérieux permettent d'augmenter significativement l'engagement et la motivation intrinsèque, peuvent être plus efficaces que les méthodes traditionnelles et permettent l'acquisition des connaissances, des compétences et des attitudes variées.

Toutefois, il en ressort également que l'introduction de la technologie ou l'ajout des techniques des jeux aux activités ne garantissent pas l'atteinte des objectifs d'apprentissage. Les effets positifs de ces jeux dépendent fortement de la qualité de leur intégration dans des dispositifs de formation et de leur conception.

L'intégration des jeux sérieux dans des dispositifs de formation repose sur la capacité des enseignants à sélectionner des jeux en fonction des besoins et des attentes des apprenants. Elle repose également sur le contexte d'utilisation des jeux et sur l'encadrement fourni par les enseignants à leurs élèves. Alors que la conception s'avère plus complexe. Les approches de conception proposées à cet effet n'offrent pas un cadre consensuel et satisfaisant.

Ces approches sont issues de trois champs distincts : la recherche en éducation, le champ de design des jeux (*game design*) et le champ de la technologie éducative. De ce fait, elles diffèrent selon les

perspectives des champs dont elles sont issues en matière des théories d'apprentissage et de motivation. De plus, elles proposent souvent des démarches à haut niveau, sans fournir des détails sur les étapes et les sous-étapes de la conception. Enfin, ces approches proposent rarement des orientations pratiques pour intégrer les attributs du jeu et d'apprentissage en vue de la création d'une expérience holistique.

Dans ce contexte, nous estimons que l'élaboration d'un modèle de design pédagogique, qui s'appuie des fondements théoriques solides, qui identifie des orientations et des principes de design clairs et qui définit une méthodologie de conception bien détaillée, est pertinente pour accélérer le développement et l'adoption des jeux sérieux.

#### **1.5.1. Question générale et objectif de la recherche**

Au regard de cette problématique, à savoir le manque d'une approche consensuelle et satisfaisante pour la conception des jeux sérieux, nous proposons la question de recherche suivante : **comment concevoir des jeux sérieux éducatifs permettant des expériences d'apprentissage motivantes et pédagogiquement efficaces ?**

Plus spécifiquement, nous visons à travers ce travail **le développement d'un modèle qui propose une approche globale, intégrée et cohérente pour la conception des jeux sérieux**. Ledit modèle porte sur un cadre théorique décrivant l'expérience optimale d'apprentissage par jeu sérieux, des principes de design ancrés dans la pratique et une méthodologie détaillée de design pédagogique.

#### **1.5.2. Pertinence scientifique et sociale**

Le recours aux jeux vidéo pour faciliter, soutenir et renforcer l'apprentissage est la finalité ultime de l'utilisation de ces jeux en tant qu'outils d'enseignement et d'apprentissage. Cependant, force-nous est de constater que, même si le foisonnement des recherches scientifiques a permis une accumulation des connaissances sur l'apprentissage par les jeux numériques, il n'en demeure pas moins vrai que les travaux qui se sont intéressés à la problématique d'intégration des aspects jeu et apprentissage n'ont pas encore permis l'émergence d'une approche consensuelle et satisfaisante.

Dans ce contexte, la présente recherche vise, sur le plan scientifique, à contribuer à combler les lacunes des connaissances relatives à la conception des jeux sérieux éducatifs, notamment en ce qui concerne les théories ainsi que les modèles théoriques et conceptuels sous-jacents au développement de ces jeux.

De même, par la nature de l'approche méthodologique qui guide cette étude (recherche orientée par la conception), la recherche a pour finalité de produire un savoir pratique qui répondrait aux attentes des praticiens en matière de principes et de méthodologies de design. Ledit savoir permettrait de lier la théorie à la pratique, guider le processus de design des jeux sérieux et asseoir des fondements théoriques pour sélectionner et justifier les décisions au niveau de micro-design.

Sur le plan social, nous visons par l'élaboration de cette approche à promouvoir l'utilisation des jeux sérieux comme dispositifs d'enseignement et d'apprentissage à l'école. En effet, les jeux sérieux disposent d'un grand potentiel pour engager les apprenants et optimiser les résultats d'apprentissage. Toutefois, leur utilisation est limitée, en partie à cause de la difficulté de leur conception et la rareté sur le marché des jeux sérieux permettant d'atteindre un objectif d'apprentissage précis. Ainsi, proposer un modèle de design pédagogique des jeux sérieux contribuera à remédier à cette limite.

## CADRE THÉORIQUE

Dans le chapitre précédent (la problématique), nous avons identifié un problème pratique constituant un réel enjeu pour les concepteurs des jeux sérieux, soit le manque d'une démarche consensuelle et satisfaisante pour la conception de ces jeux. À cet égard, nous nous sommes posé la question de recherche suivante pour orienter notre étude : **comment concevoir des jeux sérieux éducatifs permettant des expériences d'apprentissage motivantes et pédagogiquement efficaces ?**

Dans ce chapitre, nous développons le cadre théorique qui nous a permis de répondre à cette question, conformément à une démarche basée sur l'approche de recherche orientée par la conception (Reeves, 2006). Le cas échéant, ce chapitre constitue la deuxième phase de cette démarche.

En effet, selon Herrington et al. (2009), après avoir formulé une question de recherche, à la suite d'une analyse des problèmes pratiques lors de la première phase d'une recherche orientée par la conception, la deuxième phase consiste à développer des solutions éclairées par des principes de design existants et d'innovations technologiques. À cet effet, les auteurs suggèrent de conduire une revue de littérature afin d'identifier les théories, qui peuvent guider la réflexion, ainsi que les principes de design existants qui permettent d'apporter des éléments de réponse. Ils soutiennent que cette revue doit déboucher sur des principes de design temporaires (*draft principles*) permettant d'orienter le développement d'une solution.

Ainsi, ce chapitre est divisé en cinq sections. Dans la première section (2.1), nous commençons par cerner le concept du jeu sérieux en le définissant, le mettant en perspectives par rapport à des concepts connexes et en mettant en évidence ses caractéristiques et spécificités.

Dans la deuxième section (2.2), nous présentons des principes de design existants que nous avons identifiés pour développer une solution au problème formulé. Puis, nous présentons les prémisses de la solution proposée par cette recherche, à savoir un modèle de design des jeux sérieux.

Dans la troisième partie (2.3), nous présentons l'architecture (à haut niveau) de la solution proposée. Plus spécifiquement, nous présentons les principes de design qui fondent le modèle. De même, nous présentons les quatre principales phases qui constituent la démarche de design qu'il propose: Analyse, Design, Développement et Évaluation.

Dans la quatrième section (2.4), nous développons davantage la deuxième phase de la démarche proposée, soit la phase de design. En l'occurrence, nous présentons pour chacune des étapes de cette phase les principes de design identifiés à partir des domaines de design pédagogique (*instructional design*) et de design des jeux (*game design*). Au terme de cette section, nous présentons une méthodologie détaillée du design des jeux sérieux.

Enfin, dans la cinquième section (2.5), nous concluons le cadre théorique par une synthèse de la démarche proposée par le modèle. De même, nous présentons les questions de recherche spécifiques qui ont guidé la méthodologie de collecte de données.

## **2.1. Définitions des concepts Jeu, Jeu numérique et Jeu Sérieux**

Les jeux sérieux sont issus d'un courant qui vise à exploiter les possibilités offertes par les TIC, notamment celles des jeux numériques, pour une finalité qui dépasse le simple divertissement (Michael et Chen, 2005). Plus spécifiquement, les jeux sérieux éducatifs peuvent être définis en tant que des jeux numériques dont le but est de faciliter l'apprentissage des connaissances et des compétences (Sauvé et al., 2010).

En tant que « jeux », les jeux sérieux disposent d'attributs qui les distinguent des autres activités ludiques et des activités de formation et d'apprentissage (Juul, 2005). Leur caractère numérique signifie, d'une part, qu'ils tirent profit de la puissance des TIC pour faire de traitements complexes, et d'autre part, qu'ils peuvent être conçus en utilisant les techniques de design des jeux numériques (Hirumi et Stapleton, 2008).

En outre, le qualificatif « sérieux » sous-entend que ces jeux intègrent un attribut, à savoir un contenu éducatif, qui s'ajoute aux attributs ludiques pour servir une finalité précise. Ainsi, les jeux sérieux renvoient à un concept qui se trouve à l'intersection entre le jeu, la technologie et les sciences d'éducation (Alvarez et Djaouti, 2010).

De ce fait, avant de s'attarder sur leur mode de design, il est important de les définir et de dégager leurs principales caractéristiques, notamment par rapport aux concepts auxquels ils s'y rattachent, soit ceux du jeu et des jeux numériques.

### **2.1.1. Définition du concept du jeu**

Le jeu est un concept universel et familier. Toutefois, toute tentative de le définir formellement, en vue de l'étudier, révèle un grand défi, soit le nombre important des définitions existantes. Une variété qui s'explique par la nature multidimensionnelle et multifacettes du jeu et par les différences des cadres d'analyse adoptés par les auteurs qui se sont penchés sur la question (Mayra, 2008).

Dans ce sens, Mayra (2008) explique que le jeu a été étudié avec différentes approches et méthodologies qui sont issues des disciplines aussi variées que l'histoire, l'anthropologie, la psychologie, la sociologie, les sciences d'éducation, les études littéraires et artistiques ou encore les technologies d'information. Par conséquent, les définitions du concept du jeu divergent selon la perspective d'origine.

Une des premières définitions proposées dans ce sens est celle d'Huizinga (1951) qui avance que l'action de jouer est une activité libre prenant place consciemment en dehors de « la vie ordinaire », puisqu'elle est « non sérieuse », mais en même temps elle absorbe le joueur intensément et totalement. Elle n'est pas associée à un intérêt ou un gain matériel. Elle se déroule dans des limites de temps et d'espace, selon des règles fixes et de manière ordonnée. Elle favorise la formation des groupes sociaux (communautés) qui tendent à se distinguer du reste du monde.

À cette définition, Caillois (1958) rajoute que le jeu est une activité incertaine, car ni le déroulement ni le résultat ne sont connus d'avance. Elle est improductive, ne créant ni biens, ni richesse,

ni un élément nouveau d'aucune sorte. Elle est fictive puisqu'elle est accompagnée d'une conscience spécifique de réalité seconde ou de franche irréalité par rapport à la vie courante.

Pour sa part, Suits (2014) suggère que l'acte de jouer consiste à s'engager dans un effort volontaire visant à créer un état précis (le jeu a un but), en utilisant uniquement les moyens permis par les règles du jeu. Ces règles favorisent l'utilisation des moyens les moins efficaces (le jeu restreint les actions possibles pour créer une difficulté). En l'occurrence, les règles sont acceptées parce qu'elles rendent possible une telle activité. En d'autres termes, Suits (2014) soutient que le jeu provoque une attitude ludique qui motive le joueur à s'engager dans un effort, en utilisant des moyens limités par les règles du jeu, en vue de surmonter des obstacles qui sont dans la vie normale inutiles, mais qui distinguent les jeux des autres activités.

Les définitions ci-dessus mettent en évidence plusieurs aspects du jeu ou de l'action de jouer que nous trouvons condensés dans la définition que proposent Salen et Zimmerman (2004, p. 80). Ces derniers postulent que « *un jeu est un système dans lequel les joueurs s'engagent dans un conflit artificiel, défini par des règles et qui se traduit par un résultat quantifiable [traduction libre]* ». Plus spécifiquement, ces auteurs proposent qu'un jeu, contrairement à toute autre activité divertissante, est caractérisé par six attributs :

- Le jeu est un **système** : un jeu est un ensemble de composants qui sont interreliés pour former un ensemble complexe. Ces composants sont les objets (éléments ou variables du système), les attributs (qualités ou propriétés du système et de ses composants), les relations internes entre les composants et l'environnement ou le contexte où se trouve le système.
- **Les joueurs** : un jeu est une activité à laquelle un ou plusieurs joueurs participent activement. Ces derniers interagissent avec le système afin de vivre une expérience de jeu.

- **Le conflit** : tous les jeux incarnent une contestation des pouvoirs. La contestation peut prendre plusieurs formes, de la coopération à la concurrence, du conflit individuel avec un système de jeu au conflit social dans un jeu multijoueurs. Le conflit est central au jeu.
- **L'aspect artificiel** : les jeux restent en dehors des limites du temps et de l'espace de la vraie vie. Bien qu'ils se produisent dans le monde réel, ils restent artificiels.
- **Les règles** : les règles sont un élément crucial dans les jeux. Elles fournissent la structure à partir de laquelle l'expérience du jeu se dégage en délimitant ce que le joueur peut et ne peut pas faire.
- **Le résultat quantifiable** : un jeu a un objectif ou un résultat quantifiable. À la fin d'une partie, le joueur gagne, perd ou reçoit une sorte de pointage. Le résultat quantifiable est généralement ce qui distingue un jeu structuré d'une activité de jeu moins formelle.

Ainsi, les définitions proposées ci-haut pour cerner le concept du jeu permettent, dans une certaine mesure, de distinguer le jeu des autres activités libres de divertissement qui n'ont pas un but explicite déterminant comment la partie du jeu se termine ou comment gagner ou qui n'ont pas des règles établies pour déterminer ce qui est permis dans une partie et ce qui ne l'est pas.

Cependant, les limites entre les jeux et les autres activités ludiques ne sont pas toujours claires. Dans ce sens, plusieurs auteurs (Egenfeldt-Nielsen et al., 2013; Juul, 2005; Salen et Zimmerman, 2004) estiment qu'il n'y a pas une définition parfaite du concept du jeu. Toute tentative à cette fin mène à une définition qui est soit trop large pour inclure des activités non ludiques, soit trop étroite pour exclure des activités ludiques qui ne se partagent pas quelques traits avec les jeux.

Le cas échéant, force-nous est de constater que les définitions proposées tendent à s'accorder sur un certain nombre de caractéristiques ou d'attributs qui sont communs à tous les jeux, à savoir la notion du jeu comme système, le but prédéterminé ou le résultat quantifiable, le ou les joueurs, les règles, le conflit et l'activité ou l'effort du joueur. Ces caractéristiques s'appliquent aussi bien à des jeux classiques

qu'à des jeux numériques (Salen et Zimmerman, 2004). Cependant, ces derniers disposent de caractéristiques spécifiques qui les distinguent.

### **2.1.2. Définition des jeux numériques**

Les jeux numériques partagent avec l'ensemble des jeux des caractéristiques communes en tant que systèmes ayant des buts, des règles, des résultats quantifiables et qui intègrent des conflits artificiels. Toutefois, ces jeux diffèrent des jeux classiques par le renforcement de certaines caractéristiques et par un mode de fonctionnement qui tire profit de la puissance de traitement des TIC. Le cas échéant, la technologie joue un rôle crucial. Elle permet un fonctionnement transparent des composantes du jeu en masquant des détails inutiles à l'expérience du jeu et en révélant, au moment opportun, les éléments nécessaires.

Dans ce sens, Salen et Zimmerman (2004) définissent quatre traits ou qualités qui distinguent les jeux numériques des jeux classiques :

1. **Interactivité immédiate, mais limitée** : Il est commun à tous les jeux numériques de répondre d'une façon transparente aux actions du joueur. La technologie permet une rétroaction immédiate et interactive. Ainsi, elle permet un jeu à temps réel, qui évolue et réagit dynamiquement aux décisions des joueurs. Toutefois, cette interactivité est limitée par les possibilités offertes par la plateforme du jeu. Dans le cas d'un ordinateur, par exemple, seules quelques actions sont possibles grâce au clavier et la souris (cliquer, glisser, se déplacer, saisir). Par ailleurs, ces limites couplées aux rétroactions immédiates du système contribuent au développement des compétences spécifiques et à l'émergence d'un engagement élevé dans le jeu. Le joueur n'ayant que des actions limitées, il les maîtrise sous l'effet de la répétition.
2. **Traitement de l'information** : les jeux numériques se distinguent par leur capacité à stocker et traiter des informations. Ces jeux intègrent des quantités impressionnantes de textes, images, vidéo, audio, animations, graphiques tridimensionnels (3D) et d'autres formes de données. Grâce à leurs

programmes informatiques, ils peuvent traiter de grandes quantités d'informations liées aux interactions du joueur et à la gestion de la mémoire de l'ordinateur ou de la console. De plus, ils utilisent ces informations pour créer des expériences de jeu qui ne sont possibles que dans ce type de jeux. Par exemple, contrairement aux jeux classiques, il n'est pas obligatoire d'apprendre les règles du jeu avant de démarrer une partie. La découverte des règles fait partie du jeu. D'autre part, des informations peuvent être cachées au joueur et n'être révélées qu'à un stade particulier du jeu comme au début d'une nouvelle mission ou l'accès à un niveau de jeu supérieur.

3. **Systèmes complexes automatisés** : les jeux numériques sont capables d'automatiser des procédures complexes, et de ce fait, faciliter l'expérience du jeu. Dans un jeu classique, par exemple, le joueur est obligé d'intervenir à chaque étape pour faire avancer le jeu, alors que la progression dans un jeu numérique se fait d'une façon automatique. Les jeux numériques peuvent également comporter des règles complexes que seule la technologie est capable de gérer, comme les règles d'avancement dans le cas des jeux d'aventures où toute une armée virtuelle (centaines de soldats virtuels) avance d'une façon automatique. Cette capacité est utile à l'expérience ludique en masquant la mécanique du jeu. Toutefois elle présente l'inconvénient de cacher aussi le fonctionnement interne du jeu, et par conséquent, limiter la compréhension des conséquences des actions.
4. **Communication en réseau** : les jeux, y compris les jeux classiques, sont des contextes qui favorisent la communication entre les joueurs. Toutefois, les jeux numériques offrent plusieurs formes pour faciliter et médiatiser cette communication (courriels, clavardage, audio, vidéo). Ils offrent la possibilité de communiquer rapidement sur de longues distances et de partager plusieurs espaces sociaux avec des milliers d'autres joueurs, comme c'est le cas de jeux en ligne multijoueurs.

Ainsi, comme le constatent Salen et Zimmerman (2004), les quatre traits ci-dessus peuvent exister également dans des jeux classiques, mais c'est surtout dans les jeux numériques qu'ils sont fortement intégrés. Ils permettent l'émergence d'une expérience différente dans ce dernier cas. À cet égard, Salen

et Zimmerman (2004) soutiennent que l'expérience dans les jeux numériques est une sorte de participation active où le joueur interagit avec un système formel, constitué des règles de jeu, par l'action sur ce système, la perception de ses rétroactions, puis par la prise de nouvelles décisions.

En d'autres termes, Salen et Zimmerman (2004) à l'instar d'autres auteurs (Admas, 2010; Hunicke et al., 2004), estiment que l'expérience du jeu ne vient pas directement du système du jeu, mais de l'interaction du joueur avec ce système et avec le contexte où se déroule le jeu. En d'autres mots, l'action de jouer est une expérience qui se construit au fur et à mesure de l'avancement dans le jeu. C'est le joueur qui amorce l'expérience et l'alimente en faisant des choix à différents moments du jeu, alors que le système guide et oriente cette expérience à travers un ensemble de règles qui définissent le but, les objectifs, les actions permises et les actions interdites. Chaque action, prise à un moment donné lors de la partie du jeu, produit un changement dans le système qui se modifie pour proposer de nouvelles actions possibles.

De ce fait, Salen et Zimmerman (2004) arguent que le design des jeux numériques est un design de second ordre. Le cas échéant, un concepteur de jeu (*game designer*) ne peut pas concevoir directement une expérience du jeu. Celle-ci est une propriété du jeu qui émerge au fur et à mesure que le joueur interagit avec le système de jeu. Toutefois, le concepteur de jeu devrait créer le contexte et la structure qui permettent l'émergence de cette expérience. Il devrait créer un ensemble de règles que le joueur peut explorer et manipuler afin de créer son expérience du jeu et lui donner un sens.

En outre, Salen et Zimmerman (2004) estiment que, d'un point de vue sémiotique, le jeu ne peut communiquer qu'à travers des signes et des symboles. C'est l'interprétation par le joueur de ces signes qui donne un sens au jeu et lui permet d'avoir lieu. L'interprétation des symboles est d'ordre cognitif. Elle est également d'une nature sociale et culturelle, dans la mesure où les joueurs, en tant que « communautés », se partagent la signification des objets, des événements et des symboles et donnent à chacun de ces éléments un sens particulier.

Par conséquent, nous pouvons avancer que l'expérience du jeu est une expérience subjective et personnelle que le joueur construit en interaction avec le système du jeu, à priori statique, mais réactif. C'est le joueur qui initie, puis maintient, l'interaction en faisant des choix et en interprétant les rétroactions du système. Les interactions entre le système du jeu et le joueur se déroulent à des niveaux cognitif, social et culturel. Dans le cas des jeux sérieux, ces dimensions, comme nous le présentons dans la section qui suit, prennent toute leur importance dans le processus d'apprentissage.

### **2.1.3. Définition du concept du jeu sérieux**

D'après Djaouti et al. (2011), le renouveau du concept des jeux sérieux remonte à 2002, à la suite d'un article de Sawyer et Rejeski (2002) intitulé « *Serious Games : Improving Public Policy through Game-based Learning and Simulation* ». La même année a coïncidé avec la sortie du premier titre significatif dans l'univers des jeux sérieux (*America's Army*). Un jeu commandé par l'armée américaine en vue de promouvoir le recrutement. Toutefois, la première utilisation du terme avec un sens similaire à celui d'aujourd'hui date de 1970 avec la publication par Clark Abt de son ouvrage « *Serious Games* » qui traite de l'utilisation des jeux numériques pour la formation et l'apprentissage.

Cependant, définir le concept « jeu sérieux » est un exercice assez complexe parce que, comme le constatent Alvarez et Djaouti (2010), derrière ce vocable il y a autant d'appellations que d'acteurs. Chaque acteur possède une vision propre de ce qui est un jeu sérieux. De plus, au moment où tout le monde utilise le même terme, les uns et les autres ne se réfèrent pas toujours à la même chose. Ainsi, nous pouvons distinguer plusieurs définitions des jeux sérieux dont chacune met l'accent sur un aspect particulier ou un ensemble d'attributs qui relèvent de la technologie (Alvarez, 2007; Bergeron, 2006; Corti, 2006), de l'esprit du jeu (Zyda, 2005) ou encore de la finalité du jeu (Abt, 1970; Michael et Chen, 2005). Cependant, il semble qu'il y a une certaine unanimité autour de la notion d'utilisation des jeux vidéo à des fins d'apprentissage (Sauvé et al., 2010).

Plus spécifiquement, dans son ouvrage, Abt (1970) définit les jeux sérieux comme étant des jeux qui ont des objectifs d'apprentissage explicites et soigneusement élaborés et dont la finalité principale n'est pas le divertissement. Ce qui ne signifie pas, pour autant, que les jeux sérieux ne sont pas ou ne devraient pas être divertissants. En l'occurrence, Abt (1970) insiste sur l'importance de l'aspect pédagogique des jeux sérieux et considère que le divertissement n'est pas une finalité, mais un moyen pour atteindre les objectifs.

Dans le même ordre d'idée, Michael et Chen (2005), suggèrent que les jeux sérieux sont des jeux qui n'ont pas pour objectif principal le divertissement, la joie ou le plaisir, même si ces jeux ne doivent pas exclure ces aspects. Ces auteurs soutiennent que l'objectif essentiel des jeux sérieux est d'amener les joueurs à apprendre quelque chose, et si possible, leur permettre de s'amuser en le faisant.

Pour sa part, Zyda (2005) définit le jeu sérieux comme étant un défi mental, joué sur un ordinateur conformément à des règles spécifiques, utilisant le divertissement pour des finalités de formation, d'apprentissage, d'éducation ou de communication stratégique. Il estime que, comparativement aux jeux vidéo, les jeux sérieux sont plus que l'addition d'une histoire, d'aspects artistiques et des programmes informatiques. C'est l'intégration des activités pédagogiques, pour instruire et former, qui fait la particularité de ces jeux. Cependant, Zyda (2005) suggère que le divertissement doit être au premier plan, alors que l'aspect pédagogique doit être secondaire. Dans ce sens, Zyda (2005) propose un point de vue différent de celui d'Abt (1970) et de Michael et Chen (2005) en ce qui concerne la primauté du divertissement par rapport à l'aspect pédagogique.

En même temps, d'autres auteurs proposent des définitions qui mettent plus l'accent sur l'aspect technologique, notamment l'utilisation des technologies des jeux vidéo, plutôt que sur les aspects liés au divertissement ou à l'apprentissage. Ainsi, Bergeron (2006) définit ces jeux en tant qu'applications informatiques interactives, divertissantes et engageantes qui permettent à l'utilisateur d'acquérir une compétence, un savoir ou une attitude. De même, Alvarez (2007) définit les jeux sérieux en tant

qu'applications informatiques dont l'intention initiale est de combiner, avec cohérence, à la fois des aspects sérieux avec des ressorts ludiques issus des jeux vidéo. Il estime qu'une telle association s'opère par l'implémentation d'un scénario pédagogique qui a pour but de s'écarter du simple divertissement. Pour Corti (2006), les jeux sérieux sont des jeux qui visent à capitaliser sur la capacité des jeux numériques à motiver l'apprenant en vue d'atteindre un but précis, comme le développement des connaissances et des compétences. Pour sa part, Sawyer (2007) définit les jeux sérieux comme étant toute utilisation pertinente des technologies issues de l'industrie des jeux vidéo pour des finalités qui dépassent le simple divertissement.

Ainsi, en l'absence d'une définition consensuelle des jeux sérieux, Sauvé et al. (2010) propose de définir les jeux sérieux à partir des attributs essentiels qui les caractérisent. En l'occurrence, ces auteurs distinguent entre trois concepts qui se ressemblent : le jeu, la simulation et le jeu de simulation. Ils suggèrent que le concept des jeux sérieux se croise avec celui des jeux de simulation qui renvoient à la combinaison des éléments du jeu avec les caractéristiques de la simulation. Plus spécifiquement, Sauvé et al. (2010) définissent le jeu comme étant :

Une situation fictive, fantaisiste ou artificielle dans laquelle des joueurs, mis en position de conflit les uns par rapport aux autres ou tous ensemble contre d'autres forces, sont soumis à des règles qui structurent leurs actions en vue d'atteindre des objectifs d'apprentissage et un but déterminé par le jeu, soit de gagner, d'être victorieux ou de prendre sa revanche (p. 35).

D'autre part, Sauvé et al. (2010) soutiennent que :

La simulation se veut un modèle simplifié, dynamique et juste d'une réalité définie comme système. Elle se distingue du jeu par son modèle qui est jugé au regard de sa fidélité et de sa conformité au système qu'il représente, alors que le jeu est créé de toute pièce sans référence à la réalité. La simulation n'implique pas nécessairement un conflit, une compétition, et la personne qui l'utilise ne cherche pas à gagner, ce qui est le cas du jeu (p. 35).

**Tableau 3**

*Attributs essentiels du jeu, de la simulation et du jeu de la simulation (Sauvé et al., 2010, p. 35)*

Jeu	Simulation	Jeu de simulation
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caractère artificiel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réalité définie comme système</li> <li>• Modèle ou représentation</li> <li>• Simplifié</li> <li>• Dynamique</li> <li>• Juste</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réalité définie comme système</li> <li>• Modèle ou représentation</li> <li>• Simplifié</li> <li>• Dynamique</li> <li>• Juste</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Joueur</li> <li>• Conflit (compétition)</li> <li>• Règles</li> <li>• But (Gagner)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Joueur</li> <li>• Conflit (compétition)</li> <li>• Règles</li> <li>• But (Gagner)</li> </ul>

Ainsi, Sauvé et al. (2010) soutiennent que le jeu de simulation (ou le jeu sérieux) intègre, d'une part, les attributs du jeu qui sont l'existence d'au moins un joueur, un conflit, des règles et un but, et intègre d'autre part, les attributs de la simulation en tant que modèle d'un système simplifié et dynamique. Le tableau 3 illustre cette définition. Il montre que les attributs de jeu (joueur, conflit, règles et buts) s'ajoutent à ceux de la simulation (réalité et modèle simplifié, dynamique et juste) pour faire des jeux sérieux un nouveau genre, particulièrement utile pour l'apprentissage.

En somme, les définitions des jeux sérieux divergent selon les perspectives et les intérêts des acteurs de différents secteurs d'activités. Toutefois, ces définitions convergent vers la notion d'utilisation des technologies des jeux numériques pour des objectifs de formation ou d'apprentissage (Sauvé et al., 2010).

En outre, d'un point de vue technique, les jeux sérieux ne diffèrent pas des jeux vidéo qui sont des jeux numériques intégrant une composante vidéo. De ce fait, il est possible d'appliquer des techniques de design de jeux vidéo pour les concevoir (Hirumi et Stapelton, 2008). De même, en tant que dispositifs d'apprentissage, le design de ces jeux sérieux s'inspire également des techniques de design pédagogique (*instructional design*) afin de garantir la bonne intégration des objectifs d'apprentissage. Cependant,

comme le souligne Becker (2012), il ne suffit pas d'intégrer un contenu éducatif à la structure des jeux numériques pour produire un jeu sérieux. Comme nous l'avons établi dans la problématique, les approches existantes présentent des limites à cet égard.

Dans ce contexte, nous proposons dans la section qui suit une solution qui vise à remédier à ces limites. Cette solution consiste en un modèle de design des jeux sérieux.

## **2.2. Principes de design temporaires du modèle proposé**

L'approche de recherche orientée par la conception stipule que la solution à développer pour résoudre un problème pratique de recherche doit reposer sur des principes de design existants, que le chercheur identifie, puis articule d'une façon innovatrice, afin de fonder théoriquement sa proposition (Herrington et al., 2009).

Ainsi, dans cette recherche, nous avons identifié trois grandes orientations qui permettent de sélectionner des principes de design à même de guider l'élaboration de la solution. Ces orientations sont :

1. l'adaptation du modèle de design pédagogique ADDIE pour définir les grandes phases du processus de design (macro-design),
2. l'intégration des techniques de design pédagogique (*instructional design*) et de design des jeux (*game design*) dans le processus proposé, en s'appuyant sur un rapprochement des processus des deux domaines,
3. l'adaptation de l'approche architecturale de design pédagogique (Gibbons, 2013) pour conduire la phase de design pédagogique (micro-design).

Dans les sections qui suivent, nous décrivons comment ces orientations, ainsi que les principes de design qu'elles proposent, orientent la démarche de design des jeux sérieux de notre modèle.

### **2.2.1. Adaptation du modèle générique ADDIE**

Le design pédagogique (*instructional design*) se définit comme étant « *the systematic and reflective process of translating principles of learning and instruction into plans for instructional materials, activities, information resources, and evaluation* » (Smith and Ragan, 2004, p. 4).

Pour Brown et Green (2016), la conduite de ce processus s'articule autour de trois phases essentielles (analyser, développer et évaluer) qui, avec quelques variations, ont permis l'émergence d'une multitude d'approches et de modèles de design. Les auteurs avancent que, à cet égard, l'une des approches les plus populaires et reconnues est le modèle générique ADDIE (acronyme d'un processus de design qui porte sur cinq phases : *Analyse, Design, Développement, Implémentation et Évaluation*).

En l'occurrence, Brown et Green (2016) soutiennent que le modèle ADDIE n'est pas réellement un modèle spécifique de design ou de développement des matériels éducatifs. Il est plutôt un ensemble d'orientations et une illustration des composants conceptuels de plusieurs autres modèles de design. En ce sens, ces auteurs s'accordent avec Andrews et Goodson (1980) qui concluent une étude comparative d'une quarantaine de modèles de design pédagogique par constater que la majorité de ces modèles est originaire de l'approche systémique et que, d'une façon ou d'une autre, sont des variantes du modèle ADDIE.

Par conséquent, nous proposons pour la construction de la démarche de design des jeux sérieux le recours au modèle ADDIE. Plus spécifiquement, nous proposons d'adapter les phases d'analyse et de design du modèle ADDIE pour tenir compte des spécificités de design des jeux sérieux.

#### **2.2.1.1. Phase d'analyse : collecter et analyser des données**

La phase d'analyse consiste à collecter et à examiner toutes les données susceptibles d'orienter le processus de design pédagogique (Reigeluth et Carr-Chellman, 2009). Au terme de cette phase, le concepteur pédagogique doit être capable de déterminer si la solution à développer est à même de

combler l'écart entre les performances actuelles et souhaitées des apprenants, définir à quel niveau cet écart doit être réduit et proposer des stratégies à cet effet (Branch, 2008).

De nombreux outils ont été élaborés pour guider cette première phase du design des systèmes numériques d'apprentissage (Hannum, 2005). Cependant, les outils existants pour le design des systèmes d'apprentissage classiques doivent être adaptés dans le cas des jeux sérieux pour tenir compte des spécificités de ces systèmes, en particulier en ce qui concerne l'analyse de la population cible.

D'une façon générale, la phase d'analyse porte sur la compréhension du contexte où s'inscrit l'utilisation d'un environnement d'apprentissage, l'analyse du contenu existant et la définition des publics ciblés. Les deux premiers types d'analyses sont sensiblement identiques, quel que soit le type d'environnement numérique d'apprentissage, tandis que l'analyse de la population est à adapter dans le cas des jeux sérieux.

- **Analyse du contexte du projet**

L'analyse du contexte vise à identifier et à décrire le périmètre et les frontières du système d'apprentissage, les ressources humaines, les ressources matérielles ainsi que les contraintes pouvant avoir un impact sur la réalisation de ce système. Ensuite, il est question de faire des recommandations quant aux orientations du futur système d'apprentissage, établir les conditions de sa réussite et identifier les principaux facteurs de risque (Paquette, 2002).

Dans ce sens, de Freitas et Jarvis (2006) estiment que l'analyse du contexte dans le cas des jeux sérieux doit considérer également le milieu où l'apprentissage aura lieu (école, université, au travail, ...), la disponibilité des ressources (accès aux ordinateurs, support technique, etc.) et le thème du contenu d'apprentissage (mathématiques, compétences professionnelles, etc.) en vue de choisir la meilleure solution pour atteindre les objectifs d'apprentissage.

En somme, l'analyse du contexte doit permettre d'identifier tous les facteurs qui peuvent influencer, positivement ou négativement, la réussite du projet de design d'un jeu sérieux. Cette analyse

doit également recenser toutes les ressources à même d'être utilisées dans le cadre du projet, y compris le contenu existant.

- **Analyse du contenu existant**

L'analyse du contenu existant consiste à examiner et à classer toutes les ressources qui peuvent être utilisées pour le design du jeu sérieux. Elle vise à faire un état des lieux de ces ressources et à identifier celles à produire.

Pour Gibbons (2013), lors de cette étape, les concepteurs pédagogiques doivent travailler avec les experts de contenu pour créer une représentation des connaissances actuelles du sujet faisant l'objet du futur système d'apprentissage (performances d'un expert, modèles de connaissances, états conatifs, etc.).

- **Analyse de la population ciblée**

Le but d'analyser la population ciblée par la formation est de décrire les futurs utilisateurs de la solution en termes d'aptitudes, d'expériences et de motivations, afin de s'assurer de la pertinence de cette solution à leurs besoins et attentes et de proposer des stratégies pédagogiques appropriées (Branch, 2008). Cette étape consiste à collecter et à analyser des données relatives aux caractéristiques démographiques des apprenants, leurs niveaux de connaissances, compétences et expertises, leurs modes, styles et préférences d'apprentissage ou encore les modes de communication qu'ils privilégient. Pour Paquette (2002), cette analyse doit permettre de construire un profil général des groupes d'apprenants ciblés par la formation.

Il existe de nombreux outils et méthodes pour conduire l'analyse de la population ciblée dans le cas des systèmes numériques d'apprentissage, comme ceux proposés par Smith et Ragan (2004) ou Branch (2008). Cependant, l'utilisation de ces outils pour le design des jeux sérieux présente une lacune en ce qui concerne l'analyse des motivations, des préférences et des styles de jeu de la population ciblée.

En effet, le fait d'ignorer cette analyse conduirait le concepteur pédagogique à sélectionner une stratégie de jeu inadaptée aux futurs apprenants, et par conséquent, réduire la motivation des apprenants et l'impact du jeu sérieux sur l'apprentissage.

Pour combler cette lacune, nous proposons de nous appuyer sur les outils d'analyse du design des jeux vidéo. Plus particulièrement, nous adaptons le modèle de styles de joueurs de Bartle (1996, 2004) qui est considéré comme étant la première approche à cet effet et le plus cité dans la littérature de design des jeux (Hamari et Tuunanen, 2014).

Ce modèle identifie, dans sa version initiale (Bartle 1996), quatre types de joueurs selon que ces derniers préfèrent agir sur l'univers du jeu ou sur d'autres joueurs ou qu'ils préfèrent interagir avec l'univers du jeu ou avec d'autres joueurs, à savoir : Performants, Tueurs, Explorateurs et Socialisateurs.

- **Performants (*Achievers*)** : est un profil des joueurs qui se fixent des objectifs (obtenir des points et réussir des niveaux de jeu) et faisant ainsi progresser leurs caractères à travers le système de classement du monde virtuel.
- **Tueurs (*Killers*)** : est un profil des joueurs qui veulent dominer les autres joueurs en les attaquant ou en leur imposant des difficultés dans l'univers du jeu ou par le recours à des tactiques moins manifestes comme la diffusion des rumeurs ou la manipulation affective.
- **Explorateurs (*Explorers*)** : est un profil des joueurs dont le plaisir ultime est d'augmenter leurs connaissances sur le fonctionnement du monde virtuel, faire des découvertes et rechercher des nouveautés.
- **Socialisateurs (*Socializers*)** : est un profil des joueurs dont la plus grande récompense est d'interagir avec d'autres personnes dans le monde virtuel, directement ou par des jeux de rôle derrière un masque.

Le modèle de Bartle (1996) a le mérite de la simplicité et de la clarté. Cependant, la classification de tous les joueurs en seulement quatre profils est restrictive. Pour remédier à cette limite, Bartle (2004)

propose une deuxième version pour détailler davantage son modèle en y ajoutant un autre axe qui renseigne sur l'intention du joueur à agir ou à interagir avec (ou sur) l'univers du jeu et les autres joueurs.

En l'occurrence, Bartle (2004) soutient qu'une action ou une interaction peut être implicite ou explicite. Dans le premier cas, elle est automatique et spontanée, alors que dans le second, elle est visée et planifiée. Ainsi, Bartle (2004) divise la catégorie *Performants* en deux catégories *Planificateurs (Planners)* et *Opportunistes (Opportunists)*, la catégorie *Tueurs* en *Harceleurs (Griefers)* et *Politiciens (Politicians)*, la catégorie *Explorateurs* en *Scientifiques (Scientists)* et *Hackers* et la catégorie *Socialisateurs* en *Amis (Friends)* et *Réseauteurs (Networkers)*.

La figure 1 représente les quatre profils de joueurs (Bartle, 1996) qui se répartissent selon un axe Joueur-Univers de jeu et Action-Interaction. Dans la version mise à jour (figure 2) du modèle (Bartle, 2004), l'axe Implicite-Explicite est ajouté pour tenir compte de l'intention du joueur. Il en résulte huit profils.

En somme, la phase d'analyse consiste à définir le portrait de la situation, avant d'amorcer la phase de design, en collectant des données sur le contexte, le contenu existant et les publics ciblés. La synthèse de cette phase est consignée dans un document qui doit, entre autres, formuler les objectifs de performances à atteindre, la liste des objectifs d'apprentissage, les ressources existantes, les profils des apprenants et le plan de projet (Branch, 2008). Ce document constitue le point de départ pour la phase suivante, soit la phase de design.

Figure 1

Modèle des profils de joueurs (Bartle, 1996)

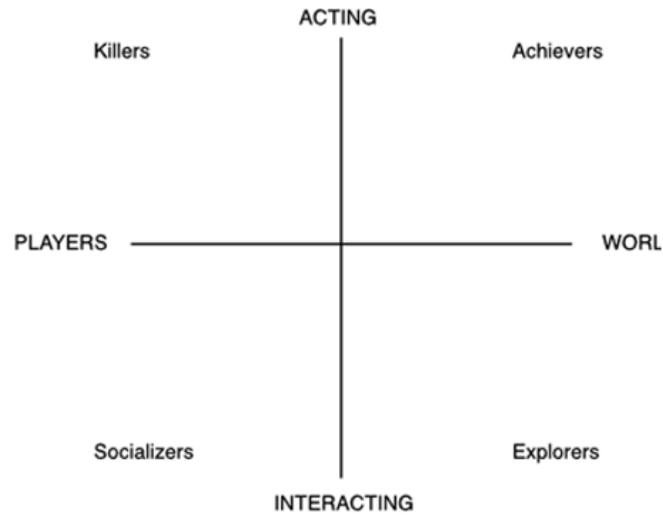
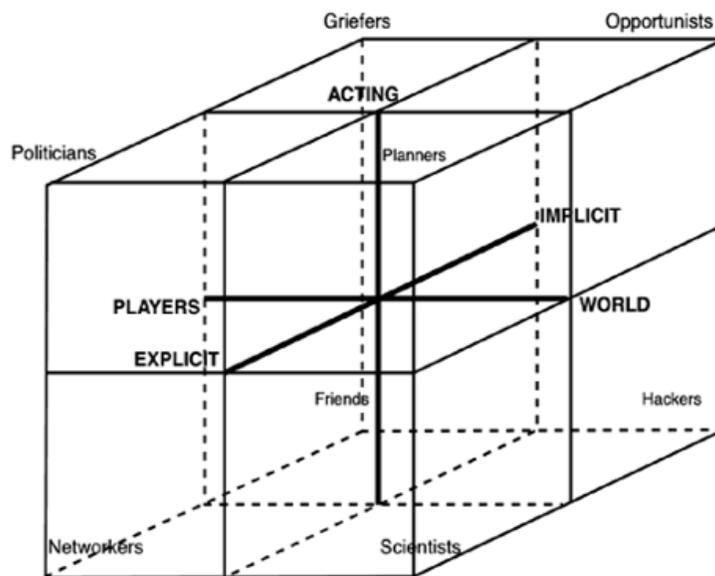


Figure 2

Modèle des profils de joueurs (Bartle, 2004)



### **2.2.1.2. Phase de design : faire des choix et produire la documentation**

La phase de design a pour objectif d'élaborer la structure de l'expérience d'apprentissage et de produire tous les plans nécessaires pour la conduite des phases subséquentes du processus de design pédagogique (Gibbons, 2013).

Cette phase de design est la deuxième phase du modèle ADDIE. Elle porte également le même vocable que le processus de design pédagogique. Elle est parfois traduite par le terme conception, mais ce dernier terme ne reflète pas la connotation scientifique du terme design qui renvoie à un domaine en maturité et qui dispose d'une base de connaissances riche. Pour éviter toute confusion, nous référons à cette phase par les termes phase de design et nous utilisons les termes processus de design pour faire référence au processus complet qui porte sur les cinq phases du modèle ADDIE (analyse, design, développement, implémentation et évaluation).

Dans ce sens, Branch (2008) soutient que cette phase établit « la ligne de mire » qui guide tout le processus de design puisqu'elle s'appuie sur les analyses, effectuées lors de la phase précédente, pour définir les spécifications fonctionnelles d'une solution à même de combler l'écart de performance dû au manque de connaissances et de compétences.

Selon l'approche architecturale (Gibbons, 2013), la phase de design consiste en des tâches de définition d'objectifs, de stratégies, d'événements et de plans détaillés. Ces tâches doivent être réalisées, de façon itérative, afin de créer une structure qui se précise au fur et à mesure du processus. Ladite structure, initialement imaginée, se concrétise lors du processus en intégrant d'autres structures pour faire émerger des fonctions pédagogiques cohérentes.

Plus spécifiquement, Gibbons (2013) soutient que la phase de design porte principalement sur la définition de la couche *Stratégie*, puis sur les autres couches subalternes du système, soit les couches *Message*, *Contrôle*, *Représentation* et *Gestion des connaissances*.

Cependant, l'application de l'approche architecturale (Gibbons, 2013) pour le design des jeux sérieux présente deux limites. Premièrement, elle n'offre pas d'orientations spécifiques au design de ce type de système d'apprentissage puisqu'elle propose une démarche générique pour le design de tous les types de systèmes d'apprentissage. Deuxièmement, quoique la démarche offre la possibilité aux concepteurs de sélectionner, pour la conception de chacune des couches, les théories appropriées, elle n'intègre pas des théories adaptées à la conception d'expériences d'apprentissage ludiques.

Le tableau 4 présente un exemple de théories, proposées par Gibbons (2013), qui peuvent guider la conception des différentes couches d'un système d'apprentissage. Le cas échéant, force-nous est de constater l'absence de certaines théories adaptées au design des expériences d'apprentissage par jeux sérieux.

Pour remédier aux limites de l'approche architecturale, quant au design des jeux sérieux, nous proposons dans le cadre de ce travail des adaptations de l'approche pour tenir compte de la spécificité de ces jeux, en matière d'intégration des aspects pédagogiques et ludiques et de théories. Cette méthodologie fait l'objet de la section (2.4) *Méthodologie détaillée de la phase design des jeux sérieux selon une approche architecturale*.

Enfin, au terme de la phase de design, une documentation est produite pour initier la phase de développement.

### **2.2.1.3. Phase de développement : créer des ressources multimédias et les intégrer**

La phase de développement implique le processus de création, de révision, de production et de validation du matériel d'apprentissage (Moore et al., 2003). Cette phase est généralement réalisée par des technologues qui disposent des compétences et des outils pour la création et l'intégration des ressources médiatiques.

Cependant, comme le soulignent Moore et al. (2003), le concepteur est également impliqué dans cette phase pour s'assurer que les spécifications et les objectifs prévus sont systématiquement respectés.

De même, au fur et à mesure que le processus de design progresse, de nouvelles informations deviennent disponibles et de nouvelles exigences ou demandes d'améliorations émergent.

Ainsi, il est de la responsabilité du concepteur de revoir son plan initial et d'apporter les ajustements qui s'imposent. De plus, il doit s'assurer que tous les changements de production ainsi que les changements esthétiques soient conformes à l'intention pédagogique pour garantir le maintien de la qualité tout au long des étapes du processus de design.

De ce fait, le concepteur est impliqué dans la phase de développement en collaborant étroitement avec les technologues pour la création des ressources médiatiques. Cette collaboration s'inscrit alors dans le cadre d'une évaluation continue des livrables, depuis le début du développement jusqu'à la livraison du produit final.

Tableau 4

*Exemples théories proposées pour la conception des couches d'un système d'apprentissage (Gibbons, 2013, p. 156)*

Couche	Théoricien / Auteur	Principes
<b>Contrôle</b>	Crawford (2002)	Interaction conversationnelle et design d'interfaces pour soutenir une communication (conversation) riche avec l'utilisateur dans le système.
	Gibbons et Fairweather (1998)	Variétés de communication Homme-Machine (apprenant au système) lors de l'apprentissage et la capacité de l'ordinateur à les implémenter.
<b>Message</b>	Merrill (1994)	Catégorisation des éléments de message composent une stratégie pédagogique; principes de différenciation qui priorisent certains messages et mettent en avant certaines informations.
	Horn (1997)	Catégorisation et regroupement logique des tableaux d'information; accent mis sur les relations sous-jacentes au sein des groupes de messages plutôt que sur leur affichage.
	Simon et Boyer (1974)	Recueil de méthodes d'analyse pour décrire les communications élèves-enseignant et les actions interprétables pendant l'enseignement en classe
<b>Représentation</b>	Mayer (2005a, 2005b, 2005c, 2009)	Principes pour l'utilisation asynchrone des canaux multimédias pour transmettre l'information pédagogique d'une manière qui favorise la formation par l'apprenant de modèles mentaux appropriés
	Tufte (1990, 1997)	Principes pour l'utilisation des représentations graphiques afin de présenter des corps d'information complexes et dynamiques.
	Wurman (1997)	Explication et illustration par des concepteurs graphiques des principes d'utilisation des structures visuelles et textuelles
	Harris (119)	Variétés de présentation des données dans une forme graphique et principes de construction des représentations.
	Fleming et Levie (1993)	Principes de design des messages, en se concentrant sur la représentation de l'information.
<b>Logique média</b>	Gibbons et al. (2001)	Principes de fusion de structures de médias avec d'autres structures de design.
	Seels et al. (1996)	Principes relatifs au design de l'enseignement impliquant la télévision comme support; vaste glossaire de termes, dont beaucoup sont des termes d'un langage de design spécialisé.
	Hannafin et al. (1996)	Principes relatifs à la conception de l'enseignement sur ordinateur comme moyen
	Romiszowski et Mason (1996)	Principes relatifs à la conception de la communication médiatisée par ordinateur
	Stanney (2002)	Principes relatifs à la conception des environnements virtuels
<b>Gestion des données</b>	Wegner (1987)	Synthèse des principes de conception des systèmes intelligents d'enseignement sur ordinateur, y compris l'utilisation de données pour créer des instructions adaptatives.
	Stolurow (1969)	Conception précoce des principes pour l'utilisation des données des interactions pédagogiques pour déterminer la trajectoire future des événements pédagogiques, datées par référence à l'enseignement programmé mais pertinentes

#### **2.2.1.4. Phase (d'implémentation et) d'évaluation**

Dans le modèle ADDIE la phase d'implémentation suit celle de développement. Pour Branch (2008), cette phase a pour finalité de préparer l'environnement d'apprentissage, l'enseignant et l'apprenant. Elle se conclut par la mise en place d'une stratégie et un plan d'implémentation de la solution produite. Ce plan porte alors sur un plan pour l'apprenant et un plan pour l'enseignant ou le facilitateur. De même, l'auteur soutient que cette phase indique la fin de la phase de développement et des révisions (évaluation formative) et la transition vers l'évaluation de la solution (évaluation sommative). De ce fait, elle marque le transfert de travail de l'équipe de conception et de développement à l'équipe qui va administrer la formation.

Cependant, comme le constatent Moore et al. (2003), de nombreuses approches de design pédagogique n'incluent pas cette étape et mettent l'accent plus sur les phases *analyse, design, développement et évaluation*. C'est le cas par exemple des modèles de Dick et Carey (1996) ou de Smith et Ragan (2004). Dans ces derniers cas, la phase d'implémentation est incluse dans la phase d'évaluation. Le plus souvent, elle fait partie de l'évaluation sommative qui suit la production d'une version finale du matériel pédagogique.

En effet, selon Dick et Carey (1991), il y a deux types d'évaluation : l'évaluation formative et l'évaluation sommative. En l'occurrence, l'auteur définit l'évaluation formative comme étant un processus systématique de test du matériel pédagogique avec les apprenants, en vue de collecter des informations et des données permettant de réviser ce matériel alors qu'il est encore en développement. Par contraste, l'évaluation sommative est le processus de collecte, d'agrégation et d'interprétation des données dans le but de prendre des décisions concernant un nouveau produit à diffuser.

En outre, Dick et Carey (1991) soutiennent que, dans le cas de l'évaluation sommative, l'accent est mis sur la prise de décision et le type et la quantité d'informations requises pour améliorer les programmes éducatifs. De même, il avance que l'évaluation sommative est conduite *après* le

développement d'un produit ou un système d'apprentissage. De ce fait, elle n'implique pas directement les concepteurs pédagogiques, qui n'ont pas forcément les compétences pour conduire ce type d'évaluation. Cependant, il est capital qu'ils soient informés des résultats pour améliorer leurs processus de design.

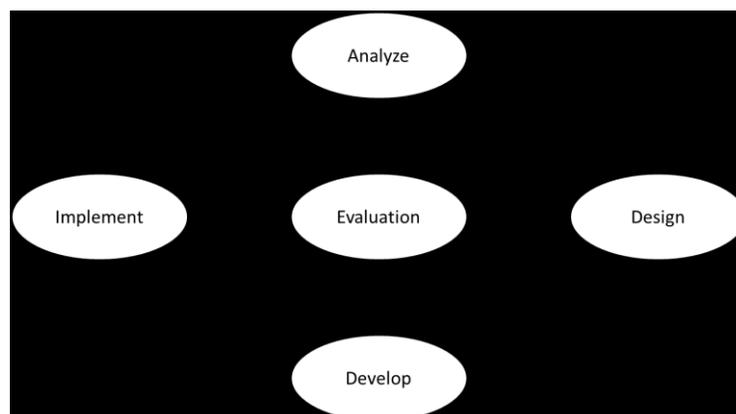
Pour leur part, Andrews et Goodson (1980) mettent en évidence, dans leur étude comparative des modèles de design pédagogique, que la majorité de ces modèles incluent des étapes d'évaluation formative (tests et/ou essais-révisions).

Cependant, comme le constat Tessmer (1995), les modèles traditionnels de design pédagogique ne reflètent pas la position centrale de l'évaluation dans le processus de design. Pour remédier à cette limite, Branch (2008) propose une nouvelle présentation du modèle ADDIE (figure 3) où la phase d'évaluation est au centre des processus de design.

Pour conclure, la phase d'évaluation permet de collecter des informations pour s'assurer du bon déroulement du processus de design (formation évaluative) et de la conformité de la solution produite (formation sommative). Il s'agit d'une étape qui doit se faire d'une façon continue et progressive le long du processus de design. À cet effet, il y a plusieurs méthodes et techniques que le concepteur peut utiliser selon le contexte.

### Figure 3

*Phases de conception pédagogique ADDIE (Branch, 2008, p. 2)*



Somme de toute, le modèle ADDIE est un processus et un ensemble d'orientations qui visent à guider le processus de design des matériels d'apprentissage. Le cas échéant, il nous permet d'identifier quatre phases récurrentes pour le design des jeux sérieux, à savoir l'analyse, le design, le développement et l'évaluation. La phase d'implémentation peut être intégrée dans la phase d'évaluation. Cependant, l'utilisation de ce modèle pour élaborer une démarche spécifique pour le design des jeux sérieux nécessite des adaptations, notamment des phases d'analyses et de design. De même, au regard des spécificités de ces jeux, elle nécessite également des adaptations liées à l'intégration des principes de design issus du domaine de design des jeux.

À cet effet, nous décrivons dans la section qui suit comment le rapprochement entre les domaines de design pédagogique et de design des jeux nous permet d'adapter davantage le modèle ADDIE, et ainsi, développer une démarche de design des jeux sérieux.

### **2.2.2. Rapprochement entre le design des jeux et le design pédagogique**

Le design des jeux et le design pédagogique sont deux domaines issus de l'approche systémique pour le design des environnements interactifs (Hirumi et al., 2010). De surcroît, ils présentent des similarités que Hirumi et Stapelton (2008) mettent en évidence en vue de combiner les techniques des deux domaines pour créer des jeux sérieux.

À cet égard, Hirumi et Stapelton (2008) postulent qu'il y a une correspondance entre les étapes du processus de design pédagogique selon le modèle ADDIE et celles du design des jeux. Le tableau 5 montre cette correspondance entre les étapes des deux processus.

En l'occurrence, le rapprochement entre les phases du processus de design des jeux et du design pédagogique suggère que la phase *Analyse* dans le modèle ADDIE correspond à la phase *Concept* dans le processus de design des jeux. Le regroupement de ces deux phases permet alors de définir une étape qui, d'une part, consiste à analyser les caractéristiques de la population, à analyser les tâches et le contenu et à définir les objectifs d'apprentissage ainsi que les critères de performance, et d'autre part, consiste à

analyser le contexte et le marché du jeu, déterminer les fonctionnalités à développer et déterminer la plateforme qui abritera le jeu.

De même, la phase *Design* dans le modèle ADDIE correspond à la phase *Pré-production* dans le processus de design des jeux. La phase qui résulte de leur regroupement consiste, d'une part, à élaborer la séquence des objectifs, déterminer la méthode d'évaluation, générer la stratégie d'apprentissage et sélectionner les médias, et d'autre part, à détailler l'histoire, les paramètres et les stratégies du jeu (*gameplay*) et préparer les documents pour la production du jeu.

La phase *Développement* dans le modèle ADDIE correspond à la phase *Production* dans le processus de design des jeux. Les deux phases permettent de définir une phase qui consiste à acquérir et/ou produire les ressources médiatiques et à les intégrer dans une version de test.

Enfin, les phases *Implémentation* et *Évaluation* dans le modèle ADDIE correspond à la phase *Post-production* dans le processus de design des jeux. La phase qui résulte de ce regroupement consiste, de ce fait, d'une part, à délivrer la solution et effectuer les évaluations sommatives, et d'autre part, consiste à générer les mises à jour et les versions suivantes.

Ainsi, le rapprochement entre le modèle ADDIE et le processus de design des jeux offre deux avantages pour le design des jeux sérieux. Premièrement, il permet de compléter les phases du processus de design pédagogique ADDIE en y intégrant des étapes issues du processus de design des jeux. Deuxièmement, il permet de tirer profit de la base de connaissance du domaine de design des jeux, notamment en matière d'outils et de techniques, pour développer les fonctionnalités ludiques du jeu sérieux.

Tableau 5

Correspondance entre processus ADDIE et processus de conception des jeux (Hirumi et Stapleton, 2008, p. 133) [traduction libre]

Processus et tâches de design pédagogique ( <i>instructional design</i> )	Processus et produits de design des jeux ( <i>game design</i> )
<b>Phases d'analyse (Bilan d'analyse)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Évaluer les besoins et identifier les objectifs d'apprentissage</li> <li>• Analyser les objectifs, les tâches, les compétences et/ou le contenu</li> <li>• Analyser les caractéristiques des apprenants</li> <li>• Analyser le contexte d'apprentissage et de performance</li> </ul>	<b>Phase de concept (Pitch et document de concept [Game Design Document])</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Définir le contexte</li> <li>• Analyser la compétition</li> <li>• Formuler le concept et identifier le genre</li> <li>• Déterminer la liste des fonctionnalités du jeu</li> <li>• Établir les fondements d'apprentissage du jeu</li> <li>• Résumer l'histoire, les paramètres et le <i>gameplay</i></li> <li>• Déterminer la plateforme</li> </ul>
<b>Phase de design (Document de conception)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Élaborer la séquence des objectifs</li> <li>• Déterminer la méthode d'évaluation</li> <li>• Générer la stratégie d'apprentissage</li> <li>• Sélectionner les médias</li> </ul>	<b>Phase de pré-production (Design document)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Élaborer le document de design et détailler l'histoire, les paramètres et le <i>gameplay</i></li> <li>• Rédiger le document de design</li> <li>• Préparer la bible d'art et le plan de production</li> </ul>
<b>Phase de développement</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Acquérir les ressources ou sous-traiter leur développement</li> <li>• Créer le diagramme et les scénarimages de développement</li> <li>• Générer les prototypes</li> <li>• Réviser le contenu et effectuer l'évaluation formative</li> <li>• Produire les ressources pédagogiques</li> </ul>	<b>Prototype et phase de production</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Développer les prototypes analogiques</li> <li>• Développer les prototypes tangibles</li> <li>• Produire la version Alpha</li> <li>• Produire la version Beta</li> <li>• Produire la version Gold</li> </ul>
<b>Phases d'implémentation et d'évaluation</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Délivrer et gérer l'enseignement</li> <li>• Planifier et conduire les évaluations sommatives</li> </ul>	<b>Phase de post-production</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Générer les versions suivantes</li> <li>• Générer les mises à jour</li> </ul>

En lien avec le premier avantage, un exemple d'étapes qui peuvent être ajoutées au processus de design pédagogique peut être comme suit :

- **Phase d'analyse :**
  - Formuler le concept et identifier le genre
  - Résumer l'histoire, les paramètres et le *gameplay*
  - Déterminer la plateforme
- **Phase de design :**
  - Élaborer le document de design
  - Détailler l'histoire, les paramètres et le *gameplay*
  - Rédiger le document de design
  - Préparer la bible d'art et le plan de production
- **Phase de développement :**
  - Développer les prototypes analogiques
  - Développer les prototypes tangibles
  - Produire les versions de tests (Alpha, Beta et Gold)
- **Phase d'évaluation**
  - Générer les versions suivantes
  - Générer les mises à jour

Cependant, le rapprochement entre les processus de design pédagogique et de design des jeux n'est pas suffisant. La principale limite à cet égard est le manque d'orientations en ce qui concerne l'intégration des éléments pédagogiques de la phase *Design* et les éléments ludiques de la phase *Pré-production* correspondante.

Notre analyse comparative des approches de design des jeux sérieux (Chapitre 1 : problématique) va dans le même sens. Plus spécifiquement, elle a nous permis de conclure que, c'est lors de la phase de

design, qu'il est question de définir et structurer les activités d'apprentissage et d'organiser les défis, alors que les approches, proposées à cet effet, offrent rarement des orientations et des principes, basés sur les théories d'apprentissage et d'enseignement, ou elles manquent de détail quant à la démarche à suivre.

Pour remédier à cette lacune, nous proposons de recourir à l'approche architecturale de design pédagogique (Gibbons, 2013) qui présente plusieurs avantages à cet effet.

### **2.2.3. Approche architecturale de design**

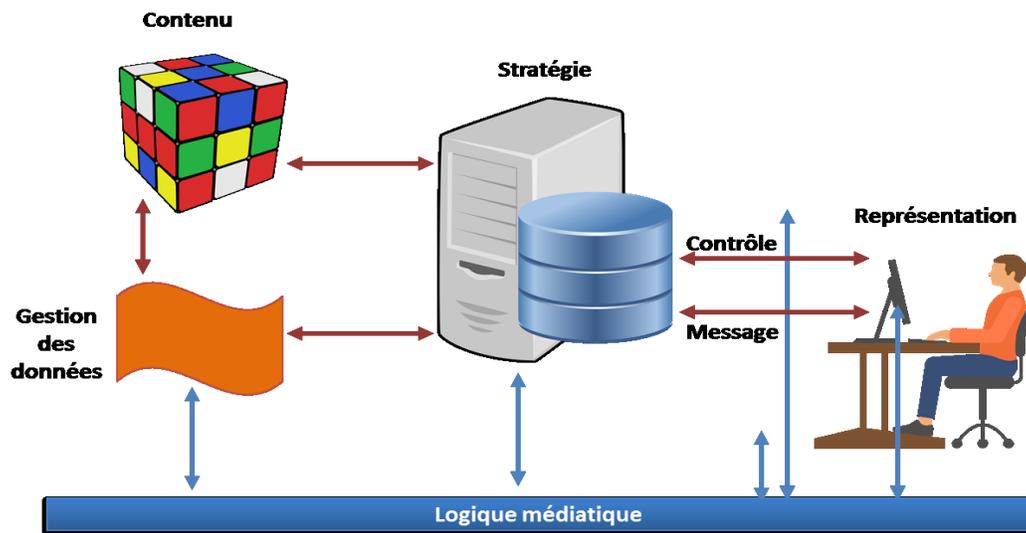
Le design pédagogique se fonde sur l'approche systémique qui perçoit toute unité de formation comme un système complexe mettant en interaction un ensemble de composantes qui s'articulent pour former un tout cohérent (Lapointe, 1993). Le cas échéant, Gibbons (2013) postule que l'identification des composants de ce système doit se faire selon les fonctions attendues de celui-ci, et non l'inverse. En d'autres termes, lors du design d'un système d'apprentissage, le concepteur doit d'abord identifier les fonctions visées par ce système, puis produire pour chaque fonction les éléments qui assurent celle-ci.

Dans ce sens, Gibbons (2013) suggère de décomposer tout système d'apprentissage selon une approche modulaire dont chaque module est associé à une fonction particulière du système. Il qualifie celle-ci d'approche architecturale de design pédagogique.

À cet effet, Gibbons (2013) propose sept modules, dits couches, qui peuvent être conçus d'une façon plus ou moins indépendante avant d'être intégrés dans le système. La conception de chaque couche se fait en utilisant des outils adaptés en termes de méthodes et d'outils. Le système d'apprentissage résulte alors de l'interaction entre ces sept couches (figure 4).

Figure 4

*Les sept couches d'un système d'apprentissage (Gibbons, 2013, p. 34) [traduction libre]*



Plus spécifiquement, Gibbons (2013) définit chacune des couches et détermine les principes qui doivent guider leur conception comme suit :

1. **La couche *Contenu*** porte sur la nature et la structure des connaissances à apprendre et sur leur mise en forme. Le contenu est indépendant de sa forme de présentation, qui peut être du texte, audio, graphique, vidéo ou animation, et de sa forme physique qui peut être un réseau sémantique, une hiérarchie de tâches, un ensemble de règles, un modèle dynamique ou une combinaison de plusieurs formes. Il peut être également des connaissances, des compétences ou des stratégies de résolution de problèmes.
2. **La couche *Message*** permet de lier l'apprenant au contenu. Elle peut se présenter sous différentes formes (textes, sons, graphiques, animations, etc.) pour communiquer des informations à l'apprenant sous forme d'une « conversation pédagogique ». En l'occurrence, plusieurs messages sont parfois requis pour permettre un « échange conversationnel ». À cet effet, le design pédagogique doit spécifier les unités de la communication tactique qui permettent de soutenir l'échange entre

l'apprenant et le système. Ces unités doivent faciliter la transmission des objectifs définis dans la couche *Stratégie* pour permettre l'atteinte des objectifs d'apprentissage.

3. **La couche *Stratégie*** porte sur la finalité et les moyens du système d'apprentissage. En fait, l'apprentissage vise l'accomplissement des buts. Chaque but se subdivise en objectifs à trois niveaux : l'objectif d'apprentissage qui se réfère à ce que l'apprenant doit apprendre, l'objectif stratégique qui se réfère à ce que le concepteur doit mettre en place comme stratégie pour permettre l'atteinte de l'objectif d'apprentissage, et l'objectif de moyen qui se réfère aux actions à effectuer (activités) pour atteindre l'objectif stratégique. La couche *Stratégie* porte sur les événements d'apprentissage qui permettent l'atteinte de ces objectifs. Ainsi, la conception pédagogique doit spécifier l'organisation de l'espace d'apprentissage, les responsabilités et les rôles, les éléments de contenu et de performance, les événements d'apprentissage qui définissent l'allocation du temps aux objectifs, ainsi que les modèles des interactions entre l'apprenant et le contenu.
4. **La couche *Contrôle*** offre à l'apprenant le moyen d'interagir avec le système d'apprentissage. À cet effet, la conception pédagogique doit spécifier les outils et dispositifs qui permettent à l'apprenant d'envoyer des messages au système et effectuer des actions.
5. **La couche *Représentation*** d'un système d'apprentissage offre une expérience sensorielle à l'apprenant. C'est la seule couche visible et la plus dynamique du système. Elle permet de convertir les signaux médiatiques à des éléments de sens qui impactent à la fois l'aspect cognitif et affectif de l'apprenant. De ce fait, la conception pédagogique doit spécifier les représentations qui rendent les éléments de message visibles, audibles, sinon détectables au niveau sensoriel. Cela inclut la spécification des canaux de média à utiliser, la règle d'attribution d'éléments de message aux canaux de média, la forme et la composition de la représentation, la synchronisation de messages transmis par des canaux multiples et les représentations concrètes et tangibles du contenu.

6. **La couche *Gestion des données*** permet au système d'apprentissage d'être adaptatif. En effet, lors de l'utilisation du système, une grande quantité de données est générée. Ces données sont de deux types : celles qui sont associées à l'évaluation de la performance des apprenants et celles qui sont associées aux performances du système d'apprentissage en général. La couche *Gestion des données* définit comment ces données sont collectées, enregistrées, analysées et interprétées en vue d'améliorer le système. À cette fin, la conception pédagogique doit définir les plans de collecte des données, les instruments et les procédures de collecte. Elle doit également spécifier les rubriques à analyser, la documentation qui s'y rapporte ainsi que les procédures de distribution des rapports.
7. **La couche *Logique médiatique*** est l'élément qui permet à toutes les couches du système de fonctionner d'une façon coordonnée et synchronisée. Elle consiste en des routines informatiques qui définissent les étapes successives d'enseignement (choix stratégiques) et la façon dont ces étapes se déroulent. Dans ce cas, la conception pédagogique doit spécifier les règles et les mécanismes d'exécution et de fonctionnement de toutes les autres couches, ainsi que les mécanismes de communications avec l'environnement externe à l'espace d'apprentissage.

Selon Gibbons (2013), l'approche architecturale offre plusieurs avantages par rapport aux approches les plus utilisées dans le domaine de design pédagogique, notamment celles issues des modèles ADDIE et ISD (*Instructional System Design*). Parmi ces avantages, Gibbons (2013) soutient que ladite approche s'intéresse aux fonctions attendues du système d'apprentissage plutôt qu'aux étapes du processus de design. Elle met l'accent plus sur les éléments de structure du système (architecture) et leurs interrelations. Elle offre plus de détails pour la prise de décision, et ce, au plus bas niveau de design (micro-design). Elle permet d'associer à chaque module (couche) des théories appropriées. De même, elle permet plus de créativité lors du processus de design. En outre, l'approche est assez souple pour se compléter avec le modèle générique ADDIE.

Concernant ce dernier point, Gibbons (2013) postule que le modèle ADDIE offre un cadre utile pour les tâches liées à la gestion du projet de design, en identifiant les phases du processus et leurs séquencements, facilite la prise de décisions à haut niveau lors du processus de design et constitue une démarche bien documentée et familière pour les concepteurs pédagogiques expérimentés. Par contraste, l'approche architecturale définit une structure modulaire du système d'apprentissage, permet d'associer des théories à chaque niveau de détail et facilite la prise de décision au plus bas niveau de design. Par conséquent, Gibbons (2013) soutient qu'il est possible de combiner les deux approches.

Or, l'approche architecturale (Gibbons, 2013), comme le modèle ADDIE, est une approche générique. Elle n'est pas spécifique au design d'un type particulier d'environnement d'apprentissage. Elle offre une théorie globale pour le design de tous types de systèmes d'apprentissage par le recours à une architecture modulaire. Cependant, elle peut être adaptée pour tenir compte des particularités d'un système comme celui des jeux sérieux.

Dans ce contexte, nous proposons, pour notre modèle de design des jeux sérieux, d'intégrer les orientations du modèle ADDIE en matière des phases du processus de design ainsi que les orientations de l'approche architecturale de design (Gibbons, 2013) pour le design des différents sous-systèmes.

Plus spécifiquement, nous adoptons le modèle ADDIE comme cadre global qui définit les principales phases du processus de design (macro-design). Puis, nous intégrons dans les différentes phases de ce processus des étapes de design des jeux, sur la base du rapprochement entre les processus de design pédagogique et de design des jeux. Ensuite, nous nous appuyons sur l'approche de design architecturale pour conduire la phase de design pédagogique qui consiste à concevoir les différents sous-systèmes du jeu sérieux (micro-design).

#### **2.2.4. Synthèse et proposition de l'architecture du modèle**

En vue d'élaborer le modèle de design des jeux sérieux proposé par cette recherche, nous sommes partis de trois orientations en vue d'identifier des principes de design existants à même de guider notre

démarche. En l'occurrence, ces orientations sont : 1) l'adaptation du modèle ADDIE, 2) le rapprochement entre les domaines de design pédagogique et de design des jeux (Hirumi et Stapelton, 2008) et 3) l'adaptation de l'approche architecturale de design (Gibbons, 2013).

Ainsi, l'adaptation du modèle ADDIE nous a permis de définir un processus à haut niveau portant sur quatre phases, soit l'analyse, le design, le développement et l'évaluation. À cet égard, nous avons proposé l'adaptation des phases d'analyse et de design pour tenir compte des spécificités des jeux sérieux. Plus spécifiquement, nous avons proposé d'adapter le modèle de Bartle (1996, 2004), pour la phase d'analyse, afin d'intégrer une analyse des motivations et des profils de jeu.

En outre, le rapprochement entre les processus de design pédagogique et de design des jeux nous a permis d'identifier des étapes et des techniques de ce dernier domaine, qui peuvent être intégrées dans les quatre phases du modèle ADDIE.

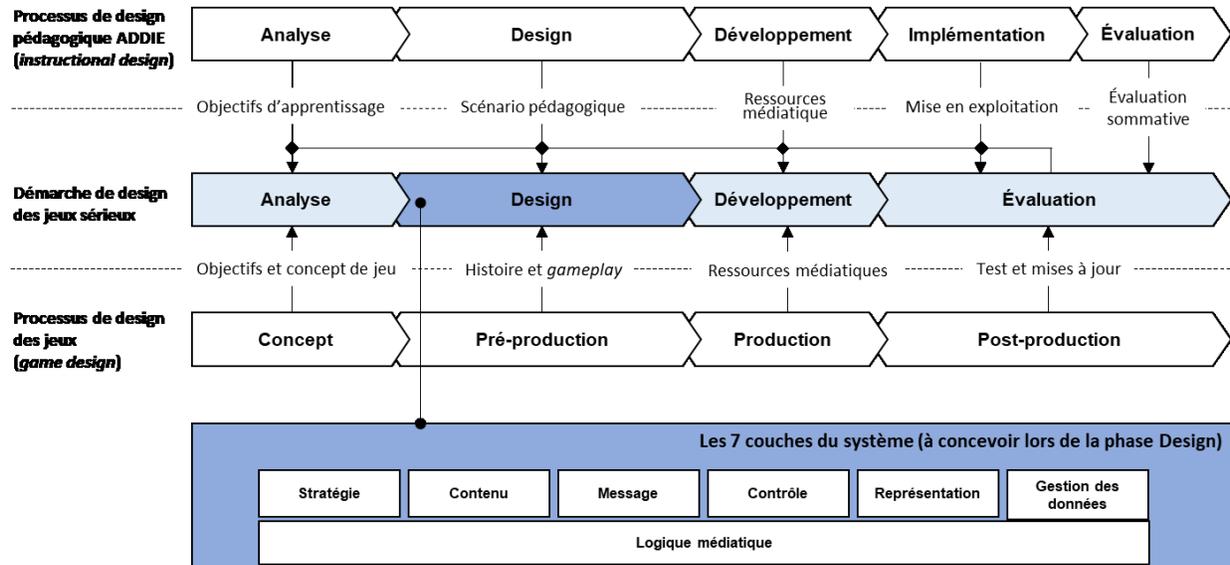
En plus, l'approche architecturale de design (Gibbons, 2013) nous a permis d'identifier sept éléments constituant le système de jeu sérieux, qui font l'objet de la phase de design, à savoir la stratégie, le contenu, la gestion des données, le contrôle, les messages, la représentation et la logique médiatique.

Dans la section qui suit, nous décrivons comment articuler ces éléments afin d'élaborer une méthodologie détaillée des jeux sérieux.

La figure 5 montre le processus à haut niveau de notre modèle proposé. Ledit processus porte sur une démarche en quatre phases. Chaque phase porte sur des étapes de design pédagogique et de design des jeux. La phase Design qui constitue le principal enjeu du processus de design des jeux sérieux, soit l'intégration des éléments éducatifs et de jeu, peut être conduite par le recours aux principes de l'approche architecturale de design.

Figure 5

Processus à haut niveau de notre modèle de design des jeux sérieux proposé



### 2.3. Méthodologie de la phase design

La méthodologie que nous proposons pour conduire la phase de design consiste en trois étapes. La première étape vise à formuler la stratégie ludopédagogique à partir des informations recueillies lors de la phase d'analyse. Cette stratégie servira de base et de ligne directrice pour la suite des étapes. La deuxième étape est la structuration du contenu sous forme d'un réseau d'événements d'apprentissage et de jeu. Enfin, la troisième étape consiste à concevoir toutes les interactions qui permettent au système du jeu sérieux de fonctionner.

Mises en perspective par rapport à l'approche architecturale de design (Gibbons, 2013), la première étape consiste à définir les paramètres de la couche *stratégie*, la deuxième étape porte sur la définition des couches *contenu* et *gestion des données* et la troisième étape porte sur la définition des couches *contrôle*, *représentation* et *message*.

Dans les sections qui suivent, nous présentons les principes de design qui guident la réalisation des trois étapes de la phase *Design*.

### **2.3.1. Étape 1 : Formulation de la stratégie ludopédagogique**

Une stratégie pédagogique est un plan d'action qui précise la nature et les interrelations des éléments d'une situation pédagogique, en vue de favoriser les adéquations les plus harmonieuses entre ces éléments, et par conséquent, permettre l'atteinte des objectifs éducationnels (Legendre, 2005). Pour Branch (2008), une stratégie pédagogique est l'organisation et la structuration des séquences d'activités d'apprentissage pour atteindre les objectifs escomptés.

Dans le cas des systèmes numériques d'apprentissage, Romiszowski (1981, p. 292) identifie quatre niveaux de déploiement d'une stratégie :

- Au premier niveau, il y a les stratégies pédagogiques (*instructional strategies*) qui sont déterminées par les philosophies et les théories (d'enseignement et d'apprentissage) en fonction des objectifs finaux, des publics ciblés et du contexte de formation.
- Au second niveau se trouvent les plans ou méthodes d'enseignement (*instructional plans or methods*) qui sont définis à partir des stratégies pédagogiques en fonction des objectifs généraux de performance, des compétences d'entrée, des ressources et des contraintes logistiques.
- Au troisième niveau se situent les tactiques pour chaque étape d'une leçon (*instructional strategies for each step of each lesson*) qui sont définis en fonction du contenu, des objectifs d'apprentissage, des connaissances et des habilités visées.
- Au quatrième niveau se trouvent les activités spécifiques d'apprentissage qui découlent des tactiques.

De ce point de vue, le premier niveau de déploiement de la stratégie, à savoir la stratégie pédagogique, doit découler d'une philosophie ou d'un cadre théorique. De même, compte tenu de la particularité des jeux sérieux qui allie apprentissage et jeu, cette stratégie doit être de nature

*ludopédagogique*. En d'autres termes, elle doit intégrer d'une façon harmonieuse et endogène une stratégie d'enseignement et une stratégie de jeu.

Dans cette section, nous traitons les deux premiers niveaux de déploiement de la stratégie selon Romiszowski (1981), à savoir la stratégie et le plan stratégique. Les deux autres niveaux de déploiement de la stratégie (tactiques et activités) font l'objet de l'étape 2 de la méthodologie de design, soit la structuration du contenu.

Plus spécifiquement, nous commençons par présenter la théorie d'apprentissage expérientiel (Kolb, 2014) et la théorie d'autodétermination (Ryan et Deci, 2000) comme cadre théorique pour le design des jeux sérieux. Puis, nous décrivons comment déterminer, à partir des analyses du contexte, des apprenants et du contenu, une stratégie pédagogique. Ensuite, nous décrivons comment faire de même pour le choix d'une stratégie de jeu. Enfin, nous décrivons comment, à partir de ces deux stratégies, nous pouvons formuler une stratégie cohérente et homogène, soit la stratégie ludopédagogique.

#### **2.3.1.1. La théorie d'apprentissage expérientiel comme cadre théorique**

La théorie d'apprentissage expérientiel définit l'apprentissage comme étant « *le processus par lequel le savoir est créé à travers la transformation de l'expérience* » (Kolb, 2014, p.49, Traduction libre). À cet égard, Kolb (2014) stipule que le concept de l'expérience réfère, le cas échéant, à un concept holistique qui intègre les actions, la perception, la cognition et le comportement de l'apprenant lors du processus d'apprentissage. En ce sens, Kolb (2014) distingue entre la théorie d'apprentissage expérientiel et, d'une part, les théories cognitives qui tendent à mettre l'accent essentiellement sur l'acquisition, la manipulation et la récupération des symboles abstraits et, d'autre part, les théories béhavioristes qui nient tout rôle à l'expérience consciente et subjective lors du processus d'apprentissage.

En l'occurrence, Kolb (2014) soutient que l'apprentissage est mieux conçu en tant que *processus*, plutôt qu'en termes de résultats, comme l'estiment les behavioristes, ou en terme de contenu, comme l'estiment les cognitivistes. Pour Kolb (2014), les idées ne sont pas des éléments de pensée fixes et

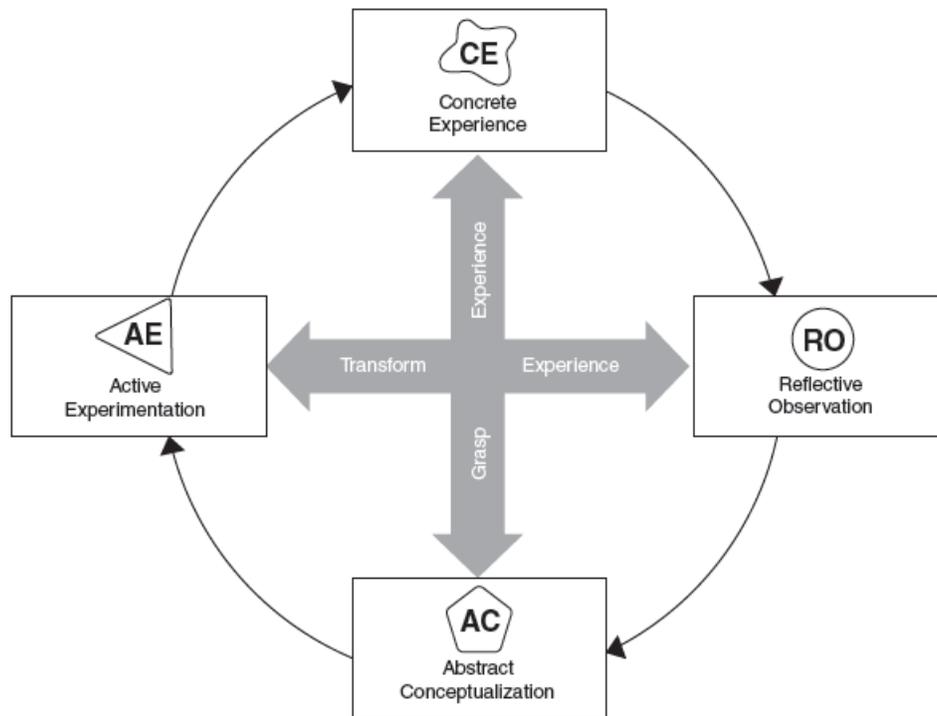
immuables ou des entités de contenu qui peuvent être transmises ou acquises, mais elles sont formées et reformées par l'expérience. Elles sont continuellement dérivées et continuellement modifiées par celle-ci. Ainsi, il n'y a jamais deux pensées identiques, puisque l'expérience intervient toujours. Par conséquent, l'apprentissage est un processus continu qui se fonde sur l'expérience [*grounded in experience*].

Plus spécifiquement, Kolb (2014) argue que le savoir, lors d'un processus d'apprentissage, résulte de la combinaison de deux processus qui se recoupent, à savoir un processus de saisie de l'expérience, par l'acquisition et la conceptualisation des informations, et un processus de transformation de l'expérience, par l'observation réflexive et l'expérimentation active. Ainsi, selon Kolb (2014), le processus d'apprentissage commence avec une expérience spontanée (expérience concrète) suivie d'une collection de données et d'observations issues de cette expérience (observation réflexive). Ces données sont ensuite analysées par l'apprenant (abstraction et conceptualisation) pour modifier son comportement et choisir de nouvelles expériences (expérimentation active). À cet égard, Kolb (2014) propose un modèle qui décrit le processus d'apprentissage sous forme d'un cycle itératif où l'apprenant expérimente, réfléchit, conceptualise et agit en réaction à la situation d'apprentissage et la matière à apprendre.

La figure 6 illustre ce modèle. Elle montre que le processus d'apprentissage commence par une phase d'**expérimentation concrète** ou immédiate dans laquelle l'apprenant est personnellement et directement impliqué. De cette expérience, l'apprenant fait des constats et des observations qu'il analyse et compare à ce qu'il sait déjà afin de donner un sens à son expérience. C'est la **phase de l'observation réflexive**. Ensuite, dans la phase de la **conceptualisation abstraite**, l'apprenant élabore un ou des concepts généralisables à d'autres situations. Dans cette phase, l'individu formule des hypothèses qu'il met à l'épreuve dans la phase d'**expérimentation active** où il constitue et valide un savoir qu'il peut utiliser pour vivre de nouvelles expériences. Dans ce processus, les rétroactions, offertes à l'apprenant en continu, sont déterminantes pour l'aider à former et à généraliser des concepts.

**Figure 6 :**

*Cycle d'apprentissage expérientiel (Kolb, 2014, p. 51)*



Cette conceptualisation de l'apprentissage sous forme de cycle itératif, ancré dans l'expérience et renforcé par un système de rétroactions, présente des similitudes avec l'apprentissage dans les jeux sérieux à bien d'égards. En effet, comme le souligne Liberman (2006), les jeux sérieux imposent des défis intellectuels aux joueurs lors de la résolution des problèmes. Ils leur permettent d'apprendre par la pratique dans un environnement virtuel qui réagit à chaque mouvement, décision ou action. Ainsi, les apprenants ont la possibilité d'expérimenter, d'échouer et de recommencer jusqu'à ce qu'ils réussissent. De ce fait, les jeux sérieux proposent des expériences d'apprentissage qui concordent avec le cycle d'apprentissage expérientiel. Un constat largement partagé par d'autres auteurs (Herz et Merz, 1998; Kolb et Kolb, 2009; Banfield et Wilkerson, 2014; Kili, 2005; Garris et al., 2002).

Dans le même ordre d'idées, Kili (2005) soutient que les jeux sérieux doivent offrir aux apprenants la possibilité d'explorer des phénomènes d'une façon réfléchie, tester des hypothèses lors de la résolution

des problèmes et construire des concepts et des objets. Par conséquent, ils doivent être conçus selon les principes d'apprentissage expérientiel. À cet effet, Kili (2005) propose un modèle de design des jeux sérieux basé sur le modèle de Kolb (2014). Ce modèle définit un cycle d'apprentissage itératif en quatre phases, soit : la génération des idées, l'expérimentation active, l'observation réfléchie et la construction des schémas.

De même, Garris et al. (2002) soutiennent que les jeux sérieux permettent aux apprenants de construire leurs connaissances à travers l'expérience d'une façon consistante avec l'approche d'apprentissage expérientiel. Plus spécifiquement, ces jeux offrent aux apprenants un engagement actif dans l'environnement de jeu et une expérience couplée avec des outils de soutien pédagogique, comme le débriefage et l'étayage, qui permettent d'améliorer le résultat d'apprentissage. À cet effet, le modèle d'apprentissage par jeux sérieux de Garris et al. (2002) met en évidence un cycle itératif en quatre phases : jugements, comportements de l'utilisateur, rétroaction du système et débriefage.

Par ailleurs, comme nous l'avons mentionnée plus haut, les jeux sérieux se fondent sur l'idée d'utiliser la technologie des jeux vidéo pour offrir une expérience d'apprentissage, à la fois, instructive et motivante. La motivation, en particulier intrinsèque, est souvent la première raison évoquée en faveur de l'utilisation de ces jeux pour l'apprentissage (Malone et Lepper, 1987). Dans ce sens, la théorie de l'autodétermination (Ryan et Deci, 2000) s'avère cruciale pour concevoir une expérience d'apprentissage intrinsèquement motivante.

#### ***2.3.1.2. Théorie de l'autodétermination***

La théorie de l'autodétermination postule que les individus ont une tendance innée à se développer. Ils sont disposés à s'engager dans des activités qui leur permettent de développer leurs potentiels et contribuer à leur bien-être. Toutefois, cet engagement ne se réalise pas systématiquement. L'individu doit satisfaire des besoins psychologiques fondamentaux pour renforcer ces tendances naturelles.

Plus spécifiquement, la théorie de l'autodétermination suggère que les individus agissent sous l'impulsion des raisons internes, liées à leurs intérêts et valeurs, ou à cause des raisons externes à eux-mêmes et dictées par les facteurs de l'environnement où ils évoluent. Elle suggère que les individus, qui agissent pour des raisons internes (intrinsèquement motivés), démontrent des niveaux plus élevés d'enthousiasme et de confiance qui se traduisent par de meilleures performances, persistance, créativité, estime de soi et bien-être.

À cet égard, la théorie de l'autodétermination se démarque d'autres cadres théoriques, qui conceptualisent la motivation comme construit unitaire, par la distinction de plusieurs types de motivations qui varient sur un continuum, selon le degré d'autodétermination de l'individu. Autrement dit, ces motivations varient en fonction du degré de proximité du sens de soi de la régulation du comportement.

Plus spécifiquement, la théorie de l'autodétermination suggère l'existence de trois types de motivations qui sont plus ou moins autodéterminées : l'amotivation, la motivation intrinsèque et la motivation extrinsèque. L'amotivation est la forme la moins autodéterminée, alors que la motivation intrinsèque représente le niveau le plus autodéterminé. Entre ces deux extrêmes, il y a la motivation extrinsèque qui porte sur quatre types de motivations variant selon le style de régulation.

- **L'amotivation**

L'amotivation est un état de manque d'intention d'agir. Quand un individu est amotivé, il n'agit pas du tout ou agit passivement. Cet état résulte lorsque l'action est perçue comme sans intérêt ou sans valeur pour l'individu, lorsque celui-ci ne se sent pas compétent pour l'accomplir ou lorsqu'il se doute de l'apport de l'action sur un résultat souhaité. Dans ce dernier cas, l'individu ne conçoit pas un lien de causalité entre les gestes et les résultats attendus.

- **Motivation intrinsèque**

La théorie d'autodétermination se fonde sur la présomption que la motivation intrinsèque est inhérente à tout individu. Elle suggère que ce type motivation se manifeste lorsque l'individu agit sous l'influence de la curiosité ou pour un intérêt personnel. Dans ce cas, il s'engage dans une activité pour la satisfaction qu'elle procure, le plaisir qu'il ressent ou le défi que l'activité représente. Ainsi, la théorie suggère que ce n'est pas une tâche elle-même qui est motivante mais plutôt la valeur motivationnelle que l'individu lui confère. De ce fait, il n'y a de motivation intrinsèque que pour des activités qui ont un intérêt intimement personnel pour un individu, comme la nouveauté, le défi, la valeur esthétique et le plaisir.

De même, le maintien et l'amélioration de la motivation intrinsèque dépendent de la réalisation d'un ensemble de conditions favorables à son expression. Dans l'absence de ces conditions, cette motivation tend à s'affaiblir. Ryan et Deci (2000) identifient trois de ces conditions qui facilitent (ou entravent) le développement de la motivation intrinsèque, soit le sentiment de compétence, le sens d'autonomie et la relation sociale.

En l'occurrence, Ryan et Deci (2000) stipulent que les événements contextuels sociaux, comme la rétroaction positive, la communication et la gratification, qui favorisent un sentiment de compétence, permettent d'augmenter la motivation intrinsèque pour l'accomplissement d'une tâche. Cependant, ce sentiment de compétence ne permet cette amélioration de motivation que s'il est assorti d'un sens d'autonomie. À cet effet, un individu ne doit pas seulement se sentir compétent pour une tâche, il doit également percevoir son comportement comme étant autodéterminé. C'est-à-dire perçu par l'individu comme émanant de lui-même. De même, la relation sociale avec les autres s'avère influente sur la variation de la motivation intrinsèque. Dans ce sens, les auteurs suggèrent qu'un contexte caractérisé par une relation sécurisée est important pour le développement de la motivation intrinsèque.

- **Motivation extrinsèque**

La motivation intrinsèque est la forme la plus autodéterminée des motivations. De ce fait, elle constitue le type de motivation le plus recherché pour l'accomplissement d'une activité. Toutefois, dans la vie quotidienne, un individu ne peut se contenter que des activités qu'il juge plaisantes ou intéressantes pour lui. Souvent, il est amené à agir pour atteindre un résultat positif ou éviter un désarroi. Ainsi, dans l'absence de facteurs internes de la motivation, des facteurs liés à l'environnement social prennent le relais pour l'inciter à agir. Dans ce cas, la motivation est dite extrinsèque.

La motivation extrinsèque fait référence à des comportements adoptés pour des raisons autres que l'intérêt pour l'activité. Dans ce cas, ces comportements sont réalisés pour satisfaire une demande extérieure en vue d'une récompense ou afin d'éviter une conséquence négative. En d'autres termes, ces comportements sont pour des raisons instrumentales.

Cependant, la motivation extrinsèque et le sentiment d'autodétermination qui caractérise la motivation intrinsèque ne sont pas mutuellement exclusifs. À titre d'exemple, un étudiant peut réaliser une activité scolaire pour éviter des sanctions parentales, alors qu'un autre étudiant peut accomplir la même activité parce qu'il estime que celle-ci lui sera utile pour sa future profession. Dans les deux cas, l'action est extrinsèquement motivée parce qu'elle est accomplie pour sa valeur instrumentale et non pas parce qu'elle est jugée intéressante, mais les comportements des deux étudiants diffèrent en matière du degré d'autonomie relative, ou comme le postule la théorie d'autodétermination, ils diffèrent selon le degré de l'internalisation et d'intégration de la régulation du comportement.

En l'occurrence, l'internalisation fait référence au processus par lequel une valeur ou une règle est acceptée parce que son importance est comprise. Tandis que l'intégration renvoie au processus qui permet à un individu de transformer une règle de façon personnelle pour la faire sienne et l'incorporer de sorte qu'elle soit perçue comme émanant de son sens de soi.

Dans ce sens, comme le montre le tableau 6, Ryan et Deci (2000) suggèrent que l'internalisation et l'intégration se trouve sur un continuum allant de l'amotivation à la motivation intrinsèque en passant par différents degrés d'investissement personnel. Plus on se déplace vers la droite, plus l'internalisation augmente et le niveau d'autodétermination augmente.

Ainsi, la théorie d'autodétermination propose quatre types de motivations extrinsèques qui varient selon le style de régulation: la régulation externe, la régulation introjectée, la régulation identifiée et la régulation intégrée.

En somme, la motivation n'est pas un construit unitaire. C'est un concept qui couvre différents types de motivations qui varient selon le degré d'autodétermination. La motivation intrinsèque, étant la forme la plus autodéterminée, est le type le plus recherché pour toute activité. Les activités d'apprentissage ne font pas d'exception à cette règle. À cet égard, la théorie d'autodétermination stipule que le maintien et l'amélioration de la motivation intrinsèque dépendent de la satisfaction des conditions dont la première condition est relative au sentiment de compétences. Par conséquent, nous pouvons arguer que le concept de compétence est le trait d'union entre les activités lors d'une expérience d'apprentissage et la motivation intrinsèque, en particulier dans le cas des jeux sérieux : l'apprentissage favorise le développement des compétences et les compétences augmentent et maintiennent la motivation intrinsèque lors de l'expérience d'apprentissage.

Somme toute, le choix de la théorie d'apprentissage expérientiel et de la théorie d'autodétermination comme fondements théoriques pour la conception des jeux sérieux permet, comme nous le présentons ci-dessous, de choisir des stratégies pédagogiques et des stratégies ludiques qui favorisent, à la fois, l'apprentissage et la motivation intrinsèque dans le cadre d'une expérience d'apprentissage par jeux sérieux.

Tableau 6

*Types de motivation en fonction du degré d'autodétermination (Ryan et Deci, 2000) [Traduction libre]*

	Non déterminé <span style="float: right;">Autodéterminé</span>					
	—————→					
Type de motivation	Amotivation	Motivation extrinsèque				Motivation intrinsèque
Styles de régulation	Pas de régulation	Régulation externe	Régulation introjectée	Régulation identifiée	Régulation intégrée	Régulation intrinsèque
Source de motivation	Impersonnel	Externe	Assez externe	Assez interne	Interne	Interne
Régulation de la motivation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Non intentionnelle</li> <li>• Pas de valorisation</li> <li>• Incompétence</li> <li>• Absence de contrôle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conformité externe</li> <li>• Rétributions</li> <li>• Punitons</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Autocontrôle</li> <li>• Ego-participation</li> <li>• Rétributions</li> <li>• Punitons internes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Importance personnelle</li> <li>• Valorisation consciente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Congruence</li> <li>• Auto sensibilisation</li> <li>• Synthèse avec soi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intérêt</li> <li>• Jouissance</li> <li>• Satisfaction intrinsèque</li> </ul>

### **2.3.1.3. Le choix d'une stratégie pédagogique**

Une stratégie pédagogique consiste à organiser et à planifier des séquences d'événements d'apprentissage afin de permettre à l'apprenant d'atteindre les objectifs de formation (Branch, 2008; Gibbons, 2013).

Pour ce faire, le concepteur utilise les informations recueillies, lors de la phase d'analyse, pour définir le type d'apprentissage, notamment les compétences à développer et la nature des contenus qui peuvent leur être associés, puis choisit une méthode pédagogique appropriée pour mieux présenter ces contenus (Branch, 2008).

Dans cette section, nous présentons comment identifier les compétences visées à partir des types d'apprentissages et la nature de contenu, puis comment sélectionner une méthode pédagogique en fonction de ces compétences.

#### **• Types d'apprentissage et nature des contenus**

Il existe de nombreuses taxonomies qui traitent de la nature des contenus et des compétences associées. Ces taxonomies diffèrent selon les domaines d'apprentissage, ses objectifs et résultats ou

encore les processus qui y sont impliqués.

Ainsi, Bloom et Krathwohl (1956) stipulent que les résultats d'apprentissage peuvent être répartis selon trois domaines : cognitif, affectif et psychomoteur. Le cas échéant, ils proposent une taxonomie relative au domaine cognitif. Celle-ci définit six catégories de résultats d'apprentissage classées hiérarchiquement de la plus simple à la plus complexe et de la plus concrète à la plus abstraite : *connaissance, compréhension, application, analyse, synthèse et évaluation*.

Une version révisée de cette taxonomie (Anderson et al., 2001) est élaborée par la suite pour apporter des changements relatifs à la terminologie et la structure de la taxonomie initiale. La nouvelle taxonomie propose quatre types de connaissances (*factuelles, conceptuelles, procédurales et métacognitives*) et six verbes pour décrire les processus cognitifs impliqués dans l'apprentissage : *mémoriser, comprendre, appliquer, analyser, évaluer et créer*.

Le tableau 7 montre la nouvelle taxonomie de Bloom (Anderson et al., 2001). Celle-ci propose une structure à deux dimensions permettant d'associer les types de connaissances à enseigner et les processus cognitifs correspondants. Ainsi, elle permet de choisir le niveau de traitement cognitif pour chaque type de connaissances.

Dans la même ligne de travaux de Bloom et Anderson (1956), Krathwohl et al. (1964) proposent la "*taxonomie des objectifs pédagogiques du domaine affectif*" en vue de définir les processus affectifs impliqués dans l'apprentissage. Ladite taxonomie postule que, si dans le domaine cognitif, les objectifs s'ordonnent selon un principe de complexité croissante, ces objectifs, dans le domaine affectif, sont à classer plutôt selon un principe d'intériorisation progressive. Dans ce dernier cas, les objectifs d'apprentissage varient de la simple attention portée à des phénomènes donnés à la caractérisation complexe et l'intégration des valeurs. En l'occurrence, Krathwohl et al. (1964) propose cinq processus du domaine affectif : *réception, réponse, valorisation, organisation et caractérisation*.

Pour sa part, Gagné (1972) propose une taxonomie qui définit cinq grandes catégories des résultats d'apprentissage :

- La catégorie des *informations verbales* (ou des connaissances déclaratives) porte sur la connaissance des faits, des noms, des principes, et de tout corps organisé des connaissances.
- La catégorie des *compétences intellectuelles* (ou des connaissances procédurales) porte sur les capacités qui permettent à l'apprenant d'interagir avec son environnement en utilisant des symboles.
- La catégorie des *stratégies cognitives* qui permettent aux apprenants de gérer leurs modes de pensées et processus d'apprentissage.
- La catégorie des *attitudes* qui se réfère aux états internes influençant le choix des actions et des comportements de l'apprenant, mais aussi sa motivation (domaine affectif).
- La catégorie des *compétences motrices* qui renvoie aux capacités à utiliser des mouvements physiques pour exécuter une tâche. Ce sont des compétences du domaine psychomoteur.

### Tableau 7

*Matrice de la taxonomie de Bloom (Anderson et al., 2001) [traduction libre]*

Dimension: Connaissances	Dimension: Processus cognitifs					
	1. Mémoriser	2. Comprendre	3. Appliquer	4. Analyser	5. Évaluer	6. Créer
Connaissance factuelle						
Connaissance conceptuelle						
Connaissance procédurale						
Connaissance métacognitive						

Par ailleurs, au moment où les taxonomies citées en haut s'accordent sur l'existence de trois domaines d'apprentissage, soit le cognitif, l'affectif et le psychomoteur, celles-ci font l'économie du domaine social. Par contraste, la taxonomie de Rominszowski (1981) définit quatre domaines d'aptitudes qui peuvent être répartis sur un continuum de compétences des plus simples ou plus complexes.

Plus spécifiquement, Rominszowski (1981) stipule que les aptitudes sont classées selon l'organe dominant impliqué dans l'exécution et la gestion de la performance. De ce fait, les aptitudes cognitives renvoient aux compétences intellectuelles ou cognitives impliquées dans l'utilisation et la gestion de l'esprit, les aptitudes psychomotrices sont impliquées dans l'utilisation et la gestion du corps, les aptitudes réactives ou personnelles sont impliquées dans l'utilisation et la gestion des émotions (auto-expression, affirmation de soi, autocontrôle, autorégulation, etc.) et les aptitudes interactives ou interpersonnelles sont impliquées dans la gestion des relations et des interactions avec les autres.

En outre, Rominszowski (1981) estime qu'il convient de classer les compétences sur un continuum de complexité dont les deux extrémités sont les compétences reproductives et les compétences productives. Le premier type de compétences (plus simples) réfère aux activités répétitives et largement automatiques qui consistent en la reproduction d'une procédure standard ou un algorithme à chaque fois qu'elles sont exécutées. Le deuxième type renvoie à des activités plus complexes qui impliquent la planification d'une procédure appropriée à une situation spécifique, à travers l'application d'une théorie, des principes généraux et de la créativité. Dans ce dernier cas, la connaissance mise en œuvre est heuristique plutôt qu'algorithmique. Ainsi, Rominszowski (1981) identifie huit types de compétences.

Le tableau 8 montre que ces compétences sont classées selon le domaine ou le type d'aptitudes (cognitif, psychomoteur, affectif et social) et selon un continuum de compétences qui va des compétences reproductives, essentiellement automatiques et conditionnées, aux compétences productives, qui consistent à produire de nouvelles procédures, stratégies et à appliquer des stratégies complexes.

En résumé, nous pouvons retenir que les compétences, à développer en tant que résultats d'apprentissage, peuvent porter sur des connaissances du domaine cognitif, affectif, psychomoteur ou social. Le plus souvent, une compétence fait appel à une combinaison des connaissances plutôt qu'à celles d'un seul domaine (Rominszowski, 1981). De plus, une compétence peut se positionner sur un continuum

de complexité. De ce fait, comme nous le présentons dans la section suivante, l'identification du domaine de connaissance et le degré de complexité sont critiques pour le choix de la méthode pédagogique.

**Tableau 8**

*Schéma des compétences (Romiszowski, 2009, p. 205) [traduction libre]*

Domaine ou catégorie de l'aptitude	Compétences reproductives	Compétences productives
	Contenu : appliquer des procédures standards (algorithmes)	Contenu : appliquer des principes et des stratégies (heuristiques)
<b>Aptitudes cognitives</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prise de décision</li> <li>• Résolution des problèmes</li> <li>• Raisonnement logique</li> <li>• Etc.</li> </ul>	Appliquer une procédure connue à un problème connu (p. ex. diviser des nombres, rédiger une phrase grammaticalement correcte,)	Résoudre de nouveaux problèmes ou inventer une nouvelle procédure (p. ex. prouver un théorème, rédaction créative)
<b>Aptitudes psychomotrices</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Actions physiques</li> <li>• Acuité perceptuelle</li> <li>• Etc.</li> </ul>	Compétences répétitives ou automatiques (p. ex. saisie sur un clavier, changement d'un engrenage, courir vite)	Compétences de planification ou de stratégie (p. ex. dessiner, conduite défensive, jouer au football)
<b>Aptitudes réactives</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interagir avec soi : attitudes, émotions, habitudes, autocontrôle, etc.</li> </ul>	Habitudes et attitudes conditionnées : présence, réponse (Krathwohl et al., 1964), approche et évitement des comportements (Mager, 1968)	Compétences de contrôle personnel : développer un système de valeurs (Krawtwohl et al., 1964), actualisation de soi (Rogers, 1969)
<b>Aptitudes interactives</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interagir avec les autres : compétences sociales</li> </ul>	Réponses sociales conditionnées (p. ex. bonnes manières, ton de voix plaisant, comportements sociaux)	Compétences de contrôle interpersonnel (p. ex. leadership, supervision, persuasion, techniques de vente)

### • Choix d'une méthode pédagogique

Les méthodes constituent le deuxième niveau de déploiement d'une stratégie pédagogique pour atteindre les objectifs de performance (Romiszowski, 1981). Il existe plusieurs méthodes que le concepteur peut utiliser pour le design d'un jeu sérieux. Celles-ci varient selon certains paramètres pour faciliter l'atteinte des objectifs d'apprentissage spécifiques. Reigluth et Carr-Chellman (2009) identifient cinq de ces paramètres:

1. Le périmètre : c'est le niveau de détail d'enseignement sur un continuum où la méthode se situe : *micro* (enseignement d'une notion ou d'une seule compétence), *meso* (enseignement d'une seule unité) et *macro* (enseignement d'une leçon ou un programme).

2. La généralité : c'est l'éventail de situations d'enseignement où la méthode est applicable.
3. La précision : c'est le niveau de détail de la description de la méthode.
4. Le pouvoir de la méthode : c'est le degré avec lequel la méthode contribue à l'atteinte des objectifs d'apprentissage.
5. La consistance : c'est la fiabilité avec laquelle la méthode contribue à l'atteinte de l'objectif d'apprentissage dans les situations pour lesquelles elle est sélectionnée.

Ces paramètres montrent que le choix d'une méthode pédagogique doit être stratégique. Toutes les méthodes ne s'équivalent pas et leurs contributions dans l'atteinte des objectifs d'apprentissage varient significativement.

Pourtant, il n'existe pas de critères précis pour choisir la « bonne » méthode pour une situation donnée (Rominszowski, 1981). Pour Reigluth et Carr-Chellman (2009, p. 25), le choix d'une stratégie d'enseignement dépend fortement de la situation pédagogique, et plus particulièrement, des conditions qui influencent celle-ci. En l'occurrence, les auteurs identifient quatre conditions, soit:

- la nature du contenu à apprendre, ce qui sous-tend les connaissances, compétences ou attitudes à développer, etc.
- les caractéristiques de l'apprenant en incluant les connaissances acquises, les styles et stratégies d'apprentissage, les intérêts, les motivations, etc.
- l'environnement d'apprentissage, y compris les ressources humaines et matérielles, l'organisation de l'environnement, etc.
- les contraintes de développement de la solution comme les ressources disponibles incluant les budgets, les délais, etc.

Dans ce sens, Reigluth et Carr-Chellman (2009) listent plusieurs méthodes pédagogiques dont certaines peuvent être utilisées pour la conception d'un système d'apprentissage numérique. Dans le tableau 9 nous proposons un exemple de répartition de certaines de ces méthodes pédagogiques selon

les domaines de compétences et le degré de complexité de la compétence à développer, tels que définis par Rominszowski (1981). Le but étant de faciliter le choix d'une méthode pédagogique qui peut être utilisée dans le cadre du design des jeux sérieux.

La proposition de la répartition de ces méthodes se fonde sur deux principes qui ressortent de ce qui précède. Premièrement, les méthodes actives, mettant l'accent sur l'apprentissage expérientiel, comme l'apprentissage par projet, l'étude de case ou encore l'apprentissage par investigation (*inquiry-based learning*), sont privilégiées pour les compétences avancées que les méthodes transmissives, comme le tutoriel ou l'enseignement direct. Deuxièmement, les méthodes sont corrélées aux processus dominants impliqués dans l'apprentissage. À titre d'exemple, les méthodes portant sur la résolution des problèmes sont privilégiées pour les compétences cognitives, la pratique et la simulation sont privilégiées pour les compétences psychomotrices, le tutorat et la réflexion sont privilégiés pour les compétences affectives (réactives) et les jeux de rôle et les méthodes collaboratives sont privilégiées pour les compétences sociales.

En outre, le tableau montre qu'une méthode pédagogique peut être utilisée pour différents domaines et pour différents niveaux de performance. Cette répartition est alors donnée à titre d'exemple. Le choix d'une méthode dépend, comme nous l'avons mentionné, de plusieurs paramètres dont ceux identifiés par Reigluth et Carr-Chellman (2009). De plus, une compétence porte souvent sur plusieurs domaines, et de ce fait, elle peut exiger une combinaison créative de plusieurs méthodes pédagogiques.

Pour conclure, le choix d'une stratégie pédagogique permettant l'atteinte des objectifs d'un jeu sérieux requiert l'identification des types d'apprentissages et la nature des contenus associés. Ceci permet au concepteur pédagogique de choisir, parmi plusieurs options, la stratégie la plus susceptible d'aider l'apprenant à atteindre ses objectifs. Cependant, dans le cas des jeux sérieux, le choix d'une stratégie pédagogique pour structurer le processus d'apprentissage n'est pas suffisant. Celle-ci doit être intégrée dans une stratégie globale qui porte également sur une stratégie ludique.

### 2.3.1.4. Le choix d'une stratégie ludique

Nous entendons par stratégie ludique la stratégie mise en œuvre par un concepteur de jeu afin de présenter une expérience ludique particulière. En ce sens, elle réfère au concept de « genre de jeu » largement utilisé dans le domaine de design de jeu. Pour Adams (2013), un genre est une catégorie de jeux caractérisée par un type particulier de défis, indépendamment du contenu ou des paramètres de l'univers du jeu. Il est souvent utilisé pour classer les jeux selon le type d'expérience qu'ils proposent.

Selon Adams (2013), il n'existe aucune classification standard des jeux, et ce, parce que les jeux vidéo sont en évolution constante, plusieurs jeux peuvent être à l'intersection de plusieurs genres, constituer des genres à part ou encore parce que certains jeux existent seulement sur des plates-formes technologiques particulières. Conséquemment, les classifications varient significativement. Pourtant, nous pouvons tout de même identifier les principaux genres.

#### Tableau 9

*Répartition des méthodes pédagogiques selon les domaines de connaissances et le type de compétences*

Domaine ou catégorie de l'aptitude	Compétences reproductives	Compétences productives
	Contenu : appliquer des procédures standards (algorithmes)	Contenu : Appliquer des principes et des stratégies (heuristiques)
<b>compétences cognitives</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prise de décision</li> <li>• Résolution des problèmes</li> <li>• Raisonnement logique, etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enseignement direct</li> <li>• Découverte guidée</li> <li>• tutoriel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apprentissage par projet</li> <li>• Apprentissage par problème</li> <li>• Apprentissage par investigation</li> </ul>
<b>compétences psychomotrices</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Actions physiques</li> <li>• Acuité perceptuelle</li> <li>• Etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Démonstration</li> <li>• Pratique répétitive (<i>drill and practice</i>)</li> <li>• Simulation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Démonstration</li> <li>• Pratique répétitive (<i>drill and practice</i>)</li> <li>• Simulation</li> </ul>
<b>compétences réactives</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interagir avec soi : attitudes, émotions, habitudes, autocontrôle, etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Découverte guidée</li> <li>• Jeu de rôle</li> <li>• Accompagnement cognitif</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apprentissage par investigation</li> <li>• Enseignement réciproque</li> <li>• Réflexion</li> <li>• Étude de cas</li> </ul>
<b>compétences interactives</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interagir avec les autres : compétences sociales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Accompagnement cognitif</li> <li>• Apprentissage par les pairs</li> <li>• Jeu de rôle</li> <li>• Étude de cas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apprentissage par problème</li> <li>• Apprentissage par projet</li> <li>• Jeu de rôle; Étude de cas</li> <li>• Apprentissage par les pairs</li> </ul>

Le tableau 10 présente une taxonomie, que nous avons développée à partir des classifications d'Adams (2013) et Rogers (2010), contenant les principaux genres et sous-genres de jeu. Cette taxonomie a pour finalité de faciliter le choix d'une stratégie de jeu (genre) pour le design d'un jeu sérieux.

Le tableau montre que chaque genre de jeu met l'accent sur un type de défi particulier. Pour surmonter ce défi, le joueur doit mettre en œuvre une stratégie de jeu qui requiert la mobilisation des compétences psychomotrices (coordination mains/yeux), cognitive (mémorisation, résolution de problème), affective (gestion des émotions) ou sociale (développement des relations). Le cas échéant, le joueur utilise des compétences déjà acquises ou les développe au fur et à mesure du jeu.

Pour leur part, Kapp et O'Driscoll (2009) et Prensky (2007) proposent des taxonomies qui permettent d'identifier, à partir des types d'apprentissages visés, les genres de jeu susceptibles d'atteindre les objectifs d'apprentissage.

Le tableau 11 montre que, selon les types de défis, nous pouvons déduire des corrélations fortes entre certains genres de jeux et certains types d'apprentissages.

Dans ce sens, bien que Kapp et O'Driscoll (2009) et Prensky (2007) ne s'accordent pas toujours sur les domaines d'apprentissage et les genres correspondants, il ne demeure pas moins vrai que quelques associations sont plus évidentes que d'autres. Ainsi, nous pouvons postuler que les jeux de rôle semblent bien adaptés aux apprentissages affectifs et sociaux. Les simulations sont bien adaptées aux apprentissages psychomoteurs et aux applications pratiques. Les jeux d'aventure sont bien adaptés à l'apprentissage des faits, des concepts, des principes et des processus. De même, les puzzles sont bien adaptés au raisonnement et à la résolution des problèmes.

Néanmoins, il semble qu'un même genre de jeux peut être pertinent pour plusieurs types d'apprentissages, et inversement, un type d'apprentissage peut être réalisé par plus d'un seul genre de jeu. Par conséquent, nous devons tenir compte d'autres paramètres pour décider du genre du jeu à mettre en œuvre, notamment le contexte de la formation et les profils et préférences des apprenants.

Concernant ce dernier point, Kapp et O'Driscoll (2009) proposent un modèle qui fait la correspondance entre quatre préférences de jeu, appelées macrostructures, et des genres de jeux. Le cas échéant, les auteurs définissent ces macrostructures comme suit [traduction libre] :

- Agentivité (*agency*) : la capacité de l'apprenant à contrôler un avatar dans l'environnement de jeu et d'entreprendre une action. L'apprenant est au centre de l'expérience.
- Exploration : la capacité de l'apprenant à naviguer, découvrir et examiner un environnement d'apprentissage authentique afin de construire ses connaissances.
- Expérience : la capacité de l'apprenant à s'engager dans des activités et des interactions significatives et de faire face aux conséquences de ces actions et interactions.
- Connectivité (*connectedness*) : la capacité des apprenants à interagir entre eux pour construire et comprendre les connaissances. Elle est assurée par l'encouragement de la collaboration sur le travail à réaliser.

La figure 7 montre comment des genres de jeux peuvent être sélectionnés pour servir les besoins d'agentivité, d'exploration, d'expérience et de connectivité. En l'occurrence, force-nous est de constater la possibilité de rapprochement entre les macrostructures proposées par Kapp et O'Driscoll (2009) et les profils de joueurs de Bartle (1996). Ainsi, l'agentivité correspond au profil *Tueurs*, l'exploration au profil *Explorateurs*, l'expérience au profil *Performants* et la connectivité au profil *Socialisateurs*.

De ce fait, nous pouvons à partir des analyses effectuées, notamment en ce qui concerne le type d'apprentissage, le contenu et le public ciblé, choisir une stratégie ludique susceptible de permettre l'atteinte des objectifs d'apprentissage. Cette stratégie doit par la suite s'intégrer avec la stratégie pédagogique pour former une stratégie cohérente de type ludopédagogique.

Tableau 10

*Genre des jeux et leurs caractéristiques, inspirés d'Adams (2013) et Rogers (2010)*

Genre	Sous-genre	Caractéristiques et types de défis
<b>Action (jeux qui requièrent une bonne coordination entre les mains et les yeux)</b>		
	<b>Action- Aventure</b>	Combinaison de deux genres (Action et Aventure) qui met l'accent sur la collection et l'utilisation des objets, la résolution des puzzles et des récits narratifs avec des buts à long terme.
	<b>Plateforme</b>	Jeu qui se présente souvent sous forme d'un personnage qui se déplace dans un environnement proposant des défis et des obstacles.
	<b>Infiltration</b>	Jeu d'action qui met l'accent sur l'évitement des « ennemis » plutôt que la confrontation.
	<b>Tireur</b>	Jeu dont la mécanique est de lancer des projectiles pour abattre les « ennemis ». Le rythme de jeu est élevé. Deux variantes de jeu sont possibles selon la vue du personnage : Premier tireur (FPS) où la perspective du personnage est celle du joueur et 3 <sup>ème</sup> tireur, la vue du personnage est en perspective.
<b>Aventure (jeu qui met l'accent sur la résolution des puzzles, la collection et la gestion des ressources)</b>		
	<b>Aventure graphique</b>	Une aventure où le joueur procède principalement par clique pour naviguer dans l'univers du jeu et chercher des indices
	<b>Jeu de rôle</b>	Le joueur choisit un personnage et tente d'augmenter ses habilités dans le jeu par le combat, l'exploration ou la recherche de trésors.
	<b>Multi-joueurs MMORPG</b>	Un jeu de rôle qui peut faire jouer des milliers de joueurs en même temps ( <i>Massive multiplayer Online Role Playing Game</i> ).
	<b>Survie - Horreur</b>	Le joueur tente de survivre dans un scénario horrifique avec des ressources limitées.
<b>Construction / Gestion : Le joueur construit et étend un territoire avec des ressources limitées.</b>		
<b>Simulations</b>		
	<b>Simulation de vie</b>	Expérience de jeu orientée vers le développement et le maintien des relations avec des personnages (virtuels ou réels).
	<b>Simulation de conduite</b>	Le joueur simule la conduite ou le pilotage d'un engin (motocycle, voiture, avion) dans un environnement hautement réaliste. L'expérience de jeu peut être orientée vers l'exploration ou la maîtrise des actions.
<b>Stratégie (jeu qui met en avant les processus de planification et de réflexion pour atteindre un but)</b>		
	<b>Stratégie à temps réel (RTS)</b>	Jeu basé sur les quatre X : eXpansion, eXploration, eXploitation et eXtermination avec un rythme de jeu élevé.
	<b>Tour à tour (Turn-based)</b>	Jeu de stratégie avec un rythme relativement lent pour permettre au joueur de réfléchir et planifier des actions.
	<b>Défense de tour</b>	Le joueur prend en charge la protection d'un lieu contre les attaques d'autres joueurs (réels ou intelligence artificielle).
<b>Sports (jeu qui s'inspire des compétitions sportives)</b>		
	<b>Sports</b>	Le joueur prend le rôle d'un athlète dans le cadre d'une compétition.
	<b>Gestion sportive</b>	Le joueur gère un athlète ou une équipe pour gagner un trophée.
<b>Puzzles (jeux basés sur l'utilisation de la logique et la découverte des patrons (patterns))</b>		

**Tableau 11**

*Correspondances entre les types d'apprentissage et les genres de jeux, adapté des taxonomies de Kapp et O'Driscoll (2009) et Prensky (2007)*

<b>Type d'apprentissage</b>	<b>Kapp et O'Driscoll (2009)</b>	<b>Prensky (2007)</b>
<b>Faits, jargons, labelles</b>	Tour guidé, chasse au trésor, forum en grand groupe, avatar	Jeu de compétition TV, cartes, mnémoniques, action, jeu de sport
<b>Règles / procédures</b>	Jeu de rôle, réseautage social, application opérationnelle, avatar	Jeux chronométrés, jeux de réflexe
<b>Concepts</b>	Orientation conceptuelle, jeu de rôle, discussion en petit groupe, réseautage social, avatar	
<b>Principes</b>	Jeu de rôle, réseautage social, avatar	
<b>Résolution des problèmes</b>	Avatar, réseautage social, jeu de rôle, co-création, incident critique	
<b>Domaine affectif</b>	Avatar, réseautage social, jeu de rôle, co-création, orientation conceptuelle, discussion en petit groupe	
<b>Domaine psychomoteur</b>	Avatar, application opérationnelle	
<b>Habiletés</b>		Jeux de persistance, jeu de rôle, aventure, détective
<b>Jugement</b>		Jeu de rôle, détective, interactions multijoueurs, aventure, jeu de stratégie
<b>Comportements</b>		Jeu de rôle
<b>Raisonnement</b>		Puzzle
		Simulation ouverte, jeu de construction, réalité virtuelle
<b>Processus</b>		Jeu de stratégie, aventure, simulation
<b>Créativité</b>		Jeu libre, jeux de mémorisation
<b>Apprentissage de langue</b>		Jeu de rôle, jeux de réflexe, cartes
<b>Systèmes</b>		Simulation
<b>Observation</b>		Jeu de concentration, aventure
<b>Communication</b>		Jeu de rôle, jeux de réflexe

**Figure 7**

Correspondance entre les préférences et les genres de jeux (Kapp et O'Driscoll, 2009, p. 81)



### **2.3.1.5. La définition d'une stratégie ludopédagogique**

Après avoir défini la stratégie pédagogique et la stratégie ludique, l'étape suivante est de définir une stratégie globale qui permet d'atteindre, à la fois, les objectifs d'apprentissage et les objectifs du jeu. Le cas échéant, il ne s'agit pas de faire une « addition » de la stratégie pédagogique et la stratégie ludique identifiées, mais plutôt de définir une stratégie unique qui propose une expérience d'apprentissage holistique et cohérente.

À cet effet, plusieurs auteurs recommandent, pour la conception des jeux sérieux, des stratégies qui consistent à intégrer le contenu pédagogique avec les éléments de jeu. À titre d'exemple, les modèles de Garris et al. (2002) et Kiili (2005) insistent sur l'intégration des éléments du jeu et du contenu dans l'élaboration du cycle d'apprentissage expérientiel des jeux sérieux. Dans le même sens, de Freitas et Jarvis (2006) proposent le cadre 4DF dont la dimension Représentation (environnement de jeu) et la dimension Pédagogie sont étroitement liées. Pour leur part, Lim et al. (2013) proposent le cadre LM-GM

qui permet d'intégrer les mécaniques d'apprentissage et les mécaniques de jeu pour la conception des activités d'un jeu sérieux.

Cependant, les approches susmentionnées portent essentiellement sur la conception des activités d'apprentissage. De ce fait, elles ne tiennent pas compte des types de stratégie pédagogique ou ludique, ou encore, des préférences des joueurs. Ainsi, elles ne permettent pas de prendre en charge l'intégration des éléments de jeu et d'apprentissage en amont du processus de design. C'est-à-dire dès l'étape de formulation de la stratégie.

Pour remédier à cette limite, nous proposons une matrice qui définit, selon les profils de joueurs et les types de compétences à développer, les stratégies de jeu et d'apprentissage qu'il est possible de combiner en fonction des objectifs d'apprentissage afin de formuler une stratégie globale. Elle tire profit des similitudes des processus qu'un genre de jeu et une stratégie pédagogique mobilisent.

Le tableau 12 présente cette matrice qui comprend deux entrées : compétences et profils de joueurs. La matrice montre qu'un genre de jeu peut être utilisé pour différents types de compétences. De même, une stratégie pédagogique peut être utilisée pour différentes compétences. De ce fait, pour opter pour tel genre ou telle stratégie pédagogique, nous proposons d'utiliser les profils des joueurs dans le processus de décision comme critère supplémentaire de sélection.

Ensuite, une fois que les choix de la stratégie de jeu et la stratégie pédagogique sont arrêtés, l'étape suivante est de formuler la stratégie ludopédagogique. Plus spécifiquement, cela consiste en la sélection d'un genre de jeu et de la stratégie pédagogique qui y est corrélée. À cet effet, nous proposons les principes suivants :

- Les compétences cognitives qui mobilisent essentiellement des processus de traitement et d'assimilation des informations (mémorisation, réflexion, résolution de problèmes, etc.) peuvent être traitées par des genres de jeux dont les mécaniques de jeu de base sont l'exploration, la découverte, la planification, la recherche d'information (indices), la collection des objets ou encore l'investigation.

Ces mécaniques correspondent à un type d'apprentissage par découverte, par projets, par étude de cas, par résolution de problèmes ou puzzle.

- Les compétences psychomotrices, qui visent surtout des processus de perception et des réflexes, sont mieux traitées par des jeux d'action, des simulations et des puzzles (organisation des objets). Elles peuvent faire appel à des stratégies pédagogiques de démonstration, de pratique et de simulation.
- Les compétences affectives, qui portent sur des émotions et attitudes, peuvent être traitées par des jeux dont les mécaniques sont axées sur l'interaction avec l'univers du jeu ou les autres joueurs. De même, elles peuvent faire appel à des stratégies pédagogiques basées sur la réflexion, l'investigation et les études de cas.
- Les compétences sociales peuvent être développées par des genres de jeux et des stratégies pédagogiques qui mettent l'accent sur les interactions avec les autres, comme les jeux de rôle et les jeux de stratégie.

Pour résumer, le choix de la stratégie pédagogique dépend du résultat d'apprentissage attendu, qui peut être du domaine cognitif, affectif, psychomoteur, social ou une combinaison de plusieurs domaines. Cette stratégie permet de définir une ou des méthodes pédagogiques permettant d'atteindre le but de la formation. En l'occurrence, chaque méthode pédagogique mobilise un (ou plusieurs) processus de traitement des informations lors de l'apprentissage. De même, chacune des stratégies de jeu, traduisant un genre de jeu, mobilise un (ou plusieurs) processus de traitement des informations lors de l'activité ludique. Ainsi, en identifiant les processus impliqués dans l'apprentissage par un jeu sérieux, nous pouvons déterminer le couple stratégie de jeu-stratégie pédagogique le plus susceptible de permettre l'atteinte des objectifs d'apprentissage. Ce couple permettra alors de définir la stratégie ludopédagogique.

Tableau 12

## Choix d'une stratégie pédagogique et une stratégie de jeu sur la base des profils des joueurs

	Performant	Tueur	Explorateur	Socialisateur
<b>Compétences cognitives</b>	<b>Stratégie de jeu :</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prise de décision</li> <li>• Résolution des problèmes</li> <li>• Raisonnement logique, etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stratégie à temps réel, défense de tour</li> <li>• Aventure</li> <li>• Puzzle</li> <li>• Plateforme</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stratégie à temps réel, défense de tour</li> <li>• Aventure</li> <li>• Stratégie Défense de tour</li> <li>• Plateforme</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stratégie à temps réel</li> <li>• Tour guidé</li> <li>• Aventure (détective)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stratégie à temps réel, défense de tour</li> <li>• Aventure</li> <li>• Stratégie Tour à tour</li> <li>• Aventure Infiltration</li> </ul>
	<b>Stratégie pédagogique</b>			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Découverte guidée</li> <li>• Enseignement direct</li> <li>• Tutoriel</li> <li>• Simulation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Découverte guidée</li> <li>• Jeux de rôle</li> <li>• Simulation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Découverte guidée</li> <li>• Apprentissage par problème</li> <li>• Apprentissage par projet</li> <li>• Apprentissage par investigation</li> <li>• Jeu de rôle</li> <li>• Étude de cas</li> </ul>	
<b>Compétences psychomotrices</b>	<b>Stratégie de jeu :</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actions physiques</li> <li>• Acuité perceptuelle</li> <li>• Etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Action (FPS, TPS)</li> <li>• Puzzle</li> <li>• Simulation</li> </ul>			
	<b>Stratégie pédagogique</b>			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Démonstration</li> <li>• Pratique répétitive (drill and practice)</li> <li>• Simulation</li> </ul>			
<b>Compétences réactives</b>	<b>Stratégie de jeu :</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interagir avec soi : attitudes, émotions, habitudes, autocontrôle, etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Simulation de vie, sportive</li> <li>• Chasse au trésor</li> <li>• Survie-Horreur</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Simulation</li> <li>• Survie – Horreur</li> <li>• Chasse au trésor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jeux de rôle</li> <li>• Simulation</li> <li>• Aventure - Mystère</li> </ul>
	<b>Stratégie pédagogique</b>			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jeu de rôle</li> <li>• Stratégie à temps réel</li> <li>• Découverte guidée</li> <li>• Jeu de rôle</li> <li>• Simulation</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jeu de rôle</li> <li>• Apprentissage par investigation</li> <li>• Réflexion</li> <li>• Accompagnement cognitif</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jeu de rôle</li> <li>• Étude de cas</li> <li>• Apprentissage par investigation</li> <li>• Enseignement réciproque</li> </ul>
<b>Compétences interactives</b>	<b>Stratégie de jeu :</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interagir avec les autres : compétences sociales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jeux de rôle</li> <li>• Stratégie à temps réel</li> <li>• Chasse au trésor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jeux de rôle</li> <li>• Stratégie à temps réel</li> <li>• Chasse au trésor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jeux de rôle</li> <li>• Stratégie à temps réel</li> <li>• Chasse au trésor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jeux de rôle</li> <li>• Stratégie à temps réel</li> <li>• Chasse au trésor</li> </ul>
	<b>Stratégie pédagogique</b>			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Accompagnement cognitif</li> <li>• Jeu de rôle</li> <li>• Étude de cas</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apprentissage par problème</li> <li>• Apprentissage par projet</li> <li>• Jeu de rôle; Étude de cas</li> <li>• Apprentissage par les pairs</li> </ul>	

La stratégie ludopédagogique n'est pas une addition de la stratégie de jeu et la stratégie pédagogique correspondante. Elle plutôt une stratégie unique et cohérente qui intègre les attributs des deux stratégies. Pour formuler une telle stratégie, nous proposons de procéder en trois étapes.

Premièrement, il convient de structurer les objectifs d'apprentissage d'une façon hiérarchique, en partant du but de la formation jusqu'aux objectifs pédagogiques finaux.

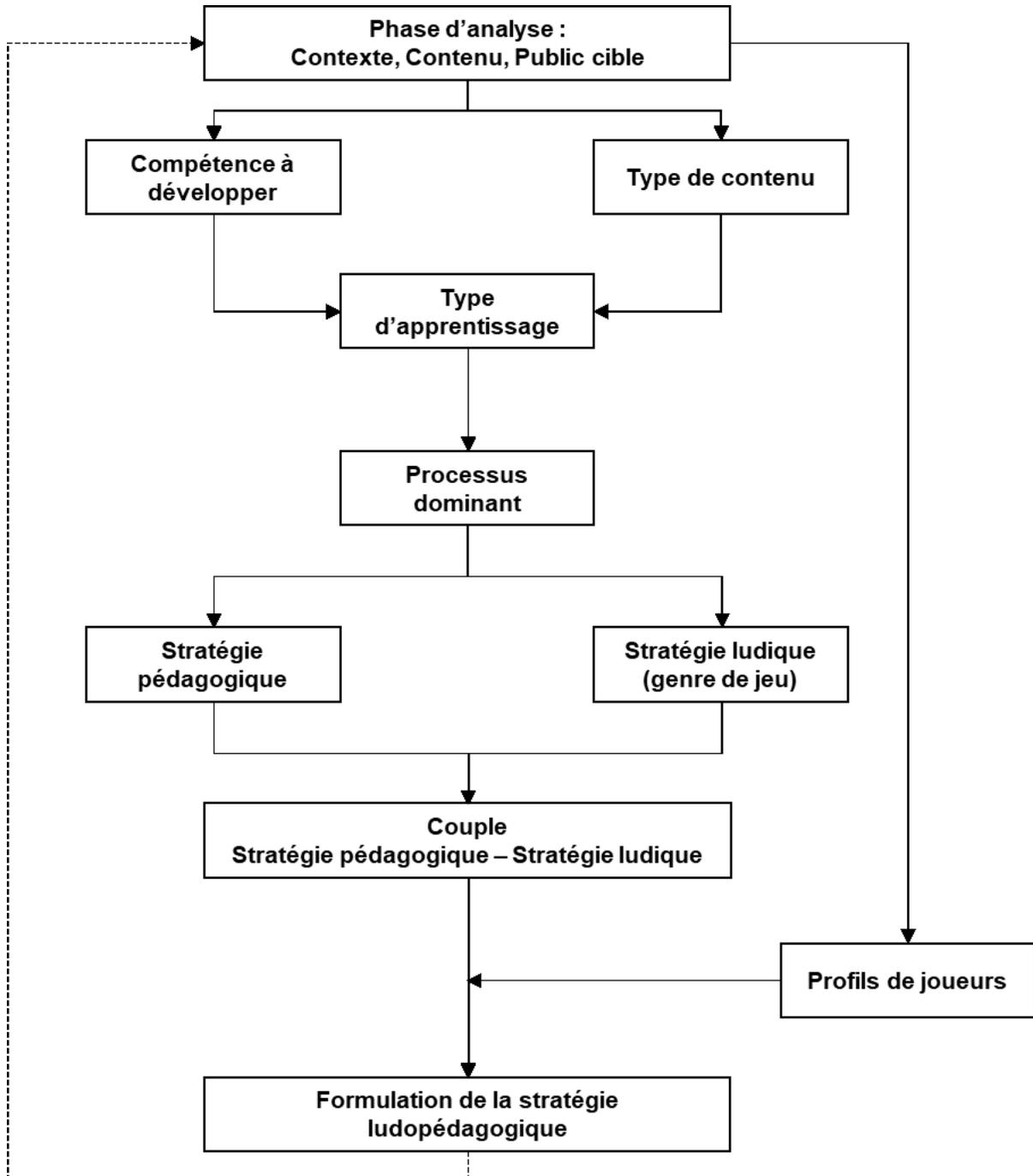
Deuxièmement, selon le résultat d'apprentissage, nous définissons les processus (cognitifs, affectifs, psychomoteurs, sociaux ou mixtes) qui doivent être mobilisés. Ces processus nous permettent alors de définir la stratégie pédagogique et la stratégie de jeu à mettre en œuvre.

Troisièmement, nous intégrer ces deux stratégies en partant de la stratégie de jeu (genre) comme cadre global de l'expérience d'apprentissage à laquelle nous intégrons des méthodes de la stratégie pédagogique correspondante. La stratégie ludopédagogique permet de définir la structure détaillée de l'expérience d'apprentissage.

La figure 8 résume le processus de formalisation d'une stratégie ludopédagogique. Dans la section qui suit nous présentons comment alimenter cette stratégie par des éléments de contenu.

Figure 8

*Processus de formalisation d'une stratégie ludopédagogique*



### 2.3.2. Étape 2 : structuration du contenu pédagogique

Après la formulation d'une stratégie ludopédagogique, la structuration du contenu pédagogique constitue la deuxième étape de la phase *Design* du modèle proposé. En l'occurrence, nous entendons par le contenu les connaissances que l'apprenant doit acquérir lors de son interaction avec le système d'apprentissage afin de développer une compétence visée, qu'elle soit cognitive, affective, psychomotrice ou sociale.

Dans le cas jeux sérieux, l'accès à ces connaissances se fait à l'aide de trois types d'activités. Premièrement, les activités d'apprentissage qui consistent en un ensemble des événements menant l'apprenant à un traitement cognitif ou métacognitif de l'information. Deuxièmement, les activités ludiques constituées de l'ensemble des événements dont la finalité principale est de maintenir l'attention et la motivation de l'apprenant et qui forment ensemble l'expérience du jeu. Troisièmement, les activités d'évaluation qui sont l'ensemble des événements dont le but est d'évaluer la pertinence des actions de l'apprenant.

Le degré d'intégration de ces types d'activités détermine la qualité de l'expérience d'apprentissage dans le jeu sérieux (Malone et Lepper, 1987; Rieber, 1996). Plus ces activités sont intégrées, plus est motivante et plus efficace pédagogiquement est l'expérience. Inversement, moins elles sont intégrées, moins motivante et moins est efficace pédagogiquement est l'expérience. Malone et Lepper (1987) définissent ces deux extrêmes respectivement de *fantaisie endogène* et de *fantaisie exogène*. Ils soutiennent que le premier type de fantaisie, contrairement au second type, est la clé des jeux sérieux efficaces et intrinsèquement motivants. Ainsi, pour concevoir des jeux sérieux endogènes, nous proposons trois principes à respecter lors de la structuration du contenu, soit :

1. L'intégration des activités d'apprentissage, ludiques et d'évaluation dans un cadre global et cohérent, notamment par le recours aux histoires comme cadres intégrateurs de l'expérience d'apprentissage.

2. La structuration endogène des événements selon une hiérarchie qui correspond à la hiérarchie des objectifs d'apprentissage.
3. L'équilibration des activités d'apprentissage et de jeu de sorte à faire émerger un état du flux (Csikszentmihályi, 1990).

Dans ce qui suit, nous développons davantage ces principes et justifions de leurs fondements théoriques.

#### ***2.3.2.1. L'histoire comme cadre intégrateur de l'expérience d'apprentissage***

L'utilisation des histoires et des techniques narratives pour contextualiser l'apprentissage est une pratique très répandue pour le design des jeux sérieux, en particulier lorsque la démarche utilisée se fonde sur une approche expérientielle de l'apprentissage. Dans ce sens, force de nous est de constater l'importance accordée à l'histoire et à la narration dans plusieurs démarches de design (Kiili, 2005; Amory, 2007; Robertson et Nicholson, 2007; de Freitas et Jarvis, 2006; Gunter et al., 2008; Winn, 2009; McMahon, 2009; van Staalduinen, de Freitas, 2011; Barbosa et al., 2014; Ferreira et al., 2016).

En effet, selon Cannon-Bowers et Bowers (2010), la narration améliore la motivation des apprenants en les incitant à résoudre les intrigues d'une histoire et à explorer l'univers du jeu. Ces auteurs soutiennent que les histoires peuvent intégrer les objectifs d'apprentissage avec les objectifs de jeu en positionnant l'acquisition des apprentissages comme part active des quêtes et des missions. Aussi, les histoires lient les différents éléments du jeu dans un cadre cohérent qui fait que l'information présentée dans le monde virtuel est facilement absorbée.

Dans le même sens, Ippa et Borst (2012) avancent que les histoires peuvent engager les apprenants et faire que leurs expériences d'apprentissage soient mémorables. Elles peuvent servir d'exemples à des principes et des comportements complexes, qui ne peuvent être communiqués facilement par une description. Elles permettent aux apprenants une immersion dans des expériences

complexes et les familiarisent avec des difficultés qu'ils peuvent rencontrer dans le monde réel. Enfin, elles offrent aux apprenants les moyens d'identifier des principes liés à des compétences tacites.

En plus, Ippa et Borst (2012) arguent que certains sujets se prêtent mieux que d'autres à une intégration de l'histoire dans le jeu sérieux. De ce fait, le choix du thème d'une histoire à intégrer en fonction des compétences à développer est un facteur de succès du développement d'un jeu sérieux.

Dans le même ordre d'idées, Rollings et Adams (2003) estiment que l'importance de l'histoire dépend de la complexité d'un jeu. Généralement, plus un jeu est complexe, plus l'histoire est importante. De même, Cannon-Bowers et Bowers (2010) et Kiili (2005) soutiennent que l'étendue et la nature de l'histoire dans un jeu sérieux dépendent de l'objectif et du type d'apprentissage. En l'occurrence, l'histoire peut porter minimalement sur un court paragraphe qui établit le contexte du jeu sérieux, ou porter sur plusieurs scénarios ramifiés.

Pour leur part, Myers et Reigeluth (2016) avancent que l'histoire dépend du genre de jeu à utiliser pour le jeu sérieux. À titre d'exemple, si le genre est de type Action / Premier tireur (*FPS*), le récit narratif peut prendre la forme d'une histoire linéaire, unidimensionnelle avec un seul personnage, connecté par des scènes cinématiques et orienté vers le développement des compétences associées avec les mécaniques du jeu. Par contraste, un jeu de type « jeu de rôle » nécessite probablement une histoire avec un avatar personnalisé et de multiples récits narratifs qui varient selon les actions et les choix du joueur-apprenant.

Pour l'intégration des histoires dans des jeux sérieux, Kampa et al. (2016) estiment que les concepteurs pédagogiques doivent distinguer entre deux concepts formant la structure narrative : l'histoire et le récit narratif. L'histoire étant le cadre structurel qui contient les éléments de l'univers du jeu. Tandis que le récit narratif est la séquence d'événements connectés par des principes de causes et effets. C'est la façon de raconter l'histoire.

Plus spécifiquement, Cannon-Bowers et Bowers (2010) soutiennent que les éléments constituant une histoire, dans le cas des jeux sérieux, sont l'environnement, les personnages et le récit narratif, et que chacun de ces éléments peut être décomposé davantage en types plus primitifs. Ainsi, selon l'environnement, les histoires peuvent être classées selon l'époque (historique, contemporaine, futuriste) ou l'espace (ville, nature, etc.). De même, l'environnement du jeu est fortement influencé par la technologie, comme le type de graphique, les effets sonores ou visuels et la perspective de joueur (premier tireur, troisième tireur).

En ce qui concerne les personnages, les auteurs avancent qu'il est possible de distinguer entre différents types de personnages selon le rôle dans le jeu et les attributs (héros, protagoniste, antagoniste, etc.).

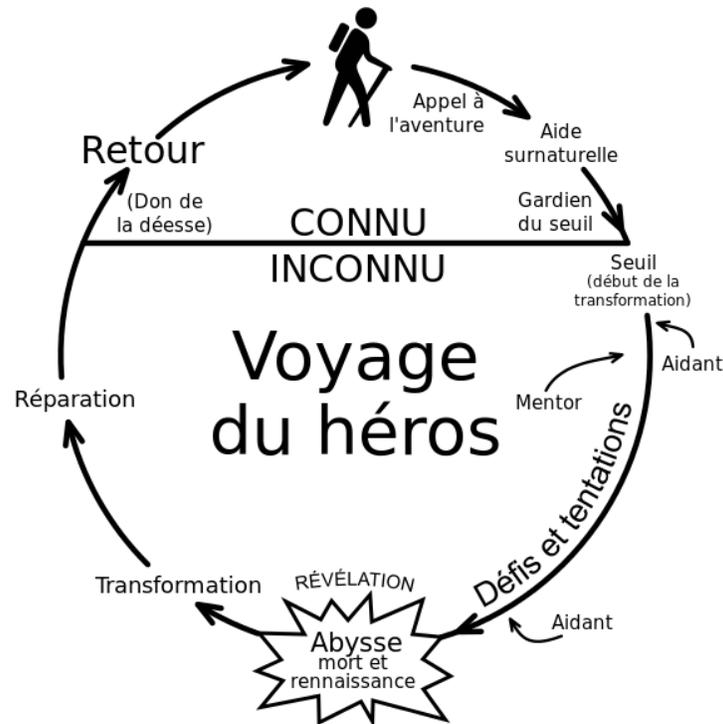
Finalement, les récits narratifs peuvent également être classés selon l'enchaînement des événements et les actions attendues du joueur.

À cet égard, Myers et Reigeluth (2016) suggèrent que le récit narratif peut être construit selon le modèle du « voyage du héros » (Campbell, 2008) qui offre une structure narrative claire et relativement simple à mettre en œuvre.

La figure 9 représente le modèle de Campbell (2008). Ledit modèle propose un cycle d'histoire qui évolue comme suit : dans un premier temps, le héros est appelé à l'aventure et doit quitter son monde ordinaire, malgré son confort. Puis, des épreuves le mettent à l'épreuve. Ensuite, le héros atteint son objectif et est transformé. Après, il retourne à son monde ordinaire. Enfin, grâce à ce qu'il a appris durant sa quête il change son monde ordinaire.

Figure 9

Voyage du héros (d'après Campbell, 2008) [Wikipédia]



En résumé, pour intégrer une histoire dans un jeu sérieux, il convient d'abord de choisir un thème en fonction de la compétence à développer, puis de définir les éléments qui la constituent, à savoir l'environnement, les personnages et le récit narratif. Ce dernier peut être construit selon la forme de « un voyage de héros » (Campbell, 2008). De même, il est question de structurer ce dernier sous forme d'une séquence d'événements qui lie les activités ludiques d'apprentissage de sorte à permettre une fantaisie endogène, comme nous le présentons dans la section qui suit.

### 2.3.2.2. La structuration endogène et hiérarchique des événements

La structuration du contenu doit permettre une intégration cohérente à même de créer une expérience holistique à la fois ludique et instructive. Dans ce sens, Malone et Lepper (1987) expliquent qu'il y a des jeux sérieux qui proposent une fantaisie exogène et ceux qui proposent une fantaisie

endogène. Ils définissent la fantaisie comme étant la capacité d'un environnement à évoquer des images (mentales ou physiques) ou des situations qui n'existent pas réellement. Ces auteurs soutiennent que la fantaisie est l'un des facteurs déterminants de la motivation intrinsèque de l'apprentissage par les jeux numériques.

Pour Malone et Lepper (1987), dans le cas de la fantaisie exogène, la relation entre la compétence à développer et le contexte fantaisiste du jeu est purement arbitraire. Dans ce cas la fantaisie dépend de la compétence, mais l'inverse n'est pas correct. En d'autres termes, la fantaisie dépend seulement des réponses données par l'apprenant à une série de questions. Seulement quand celui-ci répond correctement aux questions qu'il peut avancer dans le jeu.

Par contraste, dans le cas de la fantaisie endogène, la compétence à développer est étroitement liée au contexte du jeu. La fantaisie dépend de la compétence et vice versa. De ce fait, la fantaisie fournit à l'apprenant un contexte réaliste pour apprendre de nouvelles compétences, et ce, à travers des rétroactions constructives et des métaphores utiles. Par conséquent, ce type de fantaisie est plus avantageux pour l'apprentissage que la fantaisie exogène.

Dans le même sens, Rieber (1996) soutient que les apprenants impliqués dans un jeu où la fantaisie est endogène, sont plus intéressés par le contexte du jeu, et par conséquent par le contenu pédagogique.

Partant de ce principe, Malone et Lepper (1987) et Rieber (1996) suggèrent que les activités d'apprentissage, de jeu et d'évaluation doivent être étroitement liées. À cet effet, nous proposons de structurer le contenu dans un jeu sérieux comme suit : d'abord nous commençons par structurer les événements de l'histoire d'une façon hiérarchique conformément au découpage des objectifs escomptés, puis d'intégrer dans ces événements des activités de jeu, d'apprentissage et d'évaluation.

Plus spécifiquement, l'histoire doit être structurée selon plusieurs niveaux. À cet égard, Ippa et Borst (2012) présentent plusieurs exemples de jeux sérieux, dont le jeu de simulation *Leaders*. Concernant

cet exemple, les auteurs expliquent que la démarche de structuration de l'histoire a consisté en l'identification des objectifs d'apprentissage du jeu sérieux. Puis, ces objectifs ont été organisés selon la similitude sous forme de chapitres. Chaque chapitre commence par situation qui porte sur une décision (un choix à faire). Ensuite, chaque option choisie conduit à d'autres options, formant ainsi un deuxième niveau, et ainsi de suite. À la fin de chaque chapitre, un événement est créé pour permettre le passage vers un autre chapitre.

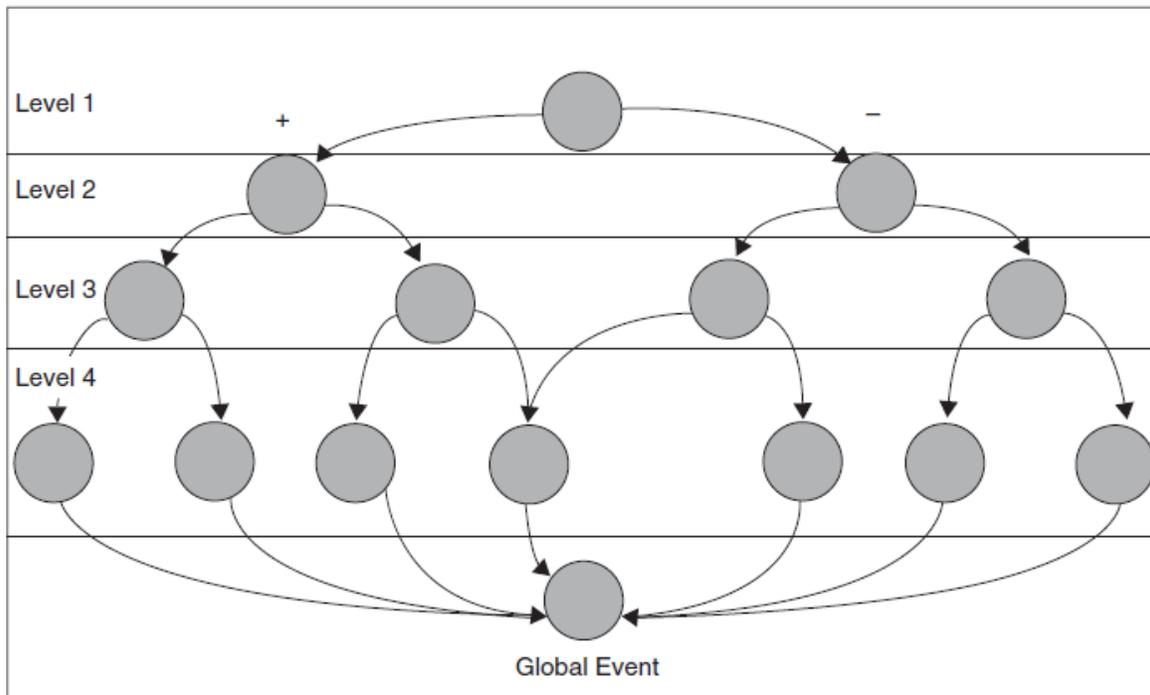
La figure 10 montre un exemple d'un chapitre de l'histoire ramifiée du jeu de simulation *Leaders* (Iuppa et Borst, 2012). Le chapitre commence par une situation donnant lieu à un choix entre deux options. Chaque option conduit à une autre paire d'options. Quatre niveaux d'histoire sont créés pour ce chapitre. À la fin du chapitre, toutes les options conduisent à un événement global permettant de passer au chapitre suivant.

De par ailleurs, l'intégration de l'évaluation, dans le cas du design des jeux sérieux selon une approche architecturale, doit consister en l'identification des événements d'apprentissage et de jeu pour lesquels les actions et le comportement d'apprenant doivent être tracés et enregistrés. Le plus souvent, ces événements sont des moments clés de l'expérience d'apprentissage où l'apprenant prend des décisions ou agit pour surmonter un défi. La réussite de ces actions renseigne alors sur l'acquisition d'une connaissance ou d'une compétence visée par l'apprentissage. L'ensemble des données ainsi collectées constituent ce que Gibbons (2013) définit comme une couche de *gestion des données*. Ce type d'évaluation s'accorde avec le concept d'évaluation furtive (*stealth assessment*) mis en évidence par de nombreux auteurs (Ifenthaler et al., 2012; Shute et Ke, 2012).

À cet égard, Shute et Ke (2012) soutiennent que l'évaluation des apprentissages dans le cas des jeux sérieux peut prendre plusieurs formes et se faire selon plusieurs modalités. Le cas échéant, l'intégration des événements d'évaluation dans la structure du jeu, dite l'évaluation interne ou furtive (*stealth assessment*), est considérée comme étant l'approche la plus appropriée.

**Figure 10**

Organisation d'un chapitre du jeu sérieux (Iuppa et Borst, 2012, p. 28)



Dans le même sens, Ifenthaler et al. (2012), avancent qu'il est possible de distinguer entre trois types d'évaluations dans les jeux sérieux : l'évaluation de la progression dans le jeu (le score), l'évaluation externe et l'évaluation interne. Le premier type porte sur le nombre d'obstacles surmontés par l'apprenant et/ou le temps passé à le faire. Le deuxième type est réalisé par un enseignant ou un tuteur à travers des sessions de débriefage, des entretiens, des tests ou des questionnaires. Il ne fait pas partie de l'environnement du jeu. Alors que le troisième type est une évaluation intégrée dans la structure du jeu. Il se fait automatiquement, à l'insu de l'apprenant, par la collecte des données sur son comportement ou par le suivi de ses traces numériques (décisions et actions) sans interrompre l'expérience ludique. Il s'agit du mode à privilégier pour l'évaluation des apprentissages dans le cas des jeux sérieux.

En somme, les événements d'évaluation doivent être aussi discrets que possible pour ne laisser apparaître que les événements d'apprentissage et les événements ludiques. De plus, ces derniers doivent

être assez équilibrés pour constituer une expérience d'apprentissage optimale. Dans ce sens, la théorie de flux (Csíkszentmihályi, 1990) suggère que l'apprentissage doit servir le jeu et vis-versa. De ce fait, cette théorie ajoute une autre dimension à la démarche de structuration de contenu liée à la structuration des activités selon la complexité des tâches, soit l'équilibre entre les compétences et les défis dans un jeu sérieux.

### **2.3.2.3. L'équilibre entre apprentissage et jeu pour une expérience optimale**

La théorie de flux (Csíkszentmihályi, 1990) définit les caractéristiques des activités autotéliques, c'est-à-dire les activités qui ne sont entreprises pour un autre but qu'elles-mêmes, ainsi que les conditions favorisant l'émergence d'un haut niveau de plaisir dans ces activités.

En effet, en vue de comprendre le phénomène associé à ce type d'activités, Csíkszentmihályi a examiné la nature et les conditions de la joie ressentie par des personnes qui investissent beaucoup de temps et d'effort pour l'accomplissement des activités ne conduisant à aucun gain matériel. Il ressort de ses travaux que la motivation principale de ces personnes est de vivre ce que l'auteur qualifie de « expérience optimale » ou « état du flux ». Il définit celui-ci comme étant « *un état dans lequel les individus sont tellement immergés dans l'activité que rien d'autre ne semble avoir d'importance* » Csíkszentmihályi (1990, p. 4). De même, il définit huit caractéristiques essentielles aux activités conduisant à cet état :

1. **Activité assez difficile qui requiert des compétences** : ces activités sont orientées vers l'atteinte des buts exigeant l'investissement d'une énergie importante, mais restent atteignables au regard des compétences de l'individu.
2. **Buts clairs et rétroactions (*feedback*) précises et immédiates.**
3. **Concentration sur la tâche en cours** : lors de l'expérience de l'état du flux, l'individu a la sensation de voir tous les aspects déplaisants de la vie disparaître. Les pensées troublantes, qui dans le cas d'une activité normale continuent de traverser l'esprit, sont temporairement suspendues.

4. **Fusion de l'action et de la conscience du soi** : l'individu se concentre totalement sur la tâche que rien ne compte plus. Il perd conscience de son soi et ne peut s'imaginer séparé de l'action. Même si l'activité exige beaucoup d'énergie, l'effort semble insignifiant par rapport au plaisir qu'elle procure.
5. **Paradoxe du contrôle** : l'expérience optimale implique un sens de contrôle, ou plus précisément, un manque de préoccupation de perte de contrôle. L'activité présente un défi dont le résultat n'est pas garanti, cependant l'individu ne s'inquiète pas des conséquences de l'échec.
6. **Perte de la conscience du Soi** : l'individu oublie temporairement l'image qu'il se fait de lui-même sans toutefois être déconnecté de son entourage. Paradoxalement, en oubliant cette image, l'individu se voit son sens du Soi renforcé. Il oublie les vulnérabilités et l'insécurité qui accompagnent généralement plusieurs des activités quotidiennes.
7. **Altération de la perception du temps** : la perception du temps dans un état du flux est subjective. C'est le rythme de l'activité qui dicte la perception d'un intervalle de temps. Ainsi, l'individu sent que le temps passe plus vite lors d'une expérience optimale ou plus lentement lors de l'accomplissement d'une activité qui exige des manœuvres complexes et délicates.
8. **Expérience autotélique** : une activité autotélique est conduite pour le plaisir inhérent et nullement pour un résultat ou une conséquence externe quelconque.

Pour Nakamura et Csíkszentmihályi (2002), les caractéristiques de l'état du flux peuvent être réparties en deux groupes : le premier concerne les conditions d'apparition de l'état du flux, alors que le deuxième concerne les effets de cet état. Ainsi, les conditions facilitant l'émergence du flux sont 1) l'adéquation entre les défis et les compétences et 2) l'existence des buts clairs et des rétroactions immédiates. Une fois ces conditions sont satisfaites, l'individu peut s'engager dans une expérience qui a pour effets 3) une concentration totale sur la tâche en cours, 4) une fusion de l'action et de la conscience, 5) une perte de la conscience du soi, 6) un sens de contrôle, 7) une altération de la perception du temps et 8) une expérience autotélique.

De ce fait, l'adéquation entre les défis et les compétences et les rétroactions immédiates sont les éléments clés pour la conception d'une expérience optimale. À cet effet, Csíkszentmihályi (1990) soutient que les défis d'une activité et les compétences doivent être en équilibre, mais également être simultanément élevés. Une activité dont le niveau de défi se situe au-dessus des compétences perçues provoque un sentiment d'anxiété. Inversement, une activité dont le niveau de défi est au-dessous de compétences perçues provoque plutôt un sentiment d'ennui. Ainsi, l'état du flux se trouve sur un canal entre les niveaux d'ennui et d'anxiété (figure 11).

De plus, Csíkszentmihályi (1990) postule que l'équilibre entre les défis et les compétences dans l'expérience optimale est une fonction dynamique. Ainsi, l'individu ne peut sentir du plaisir s'il répète la même activité au même niveau de complexité pour une longue période. Il sentira rapidement un ennui ou une frustration qui le motive à hausser le niveau de défi, et par conséquent, améliorer ces compétences.

Les jeux vidéo sont un excellent exemple d'application de ce principe. Dans ce sens, Salen et Zimmerman (2004) soulignent que ces jeux intègrent parfaitement les huit caractéristiques de l'état du flux, à savoir, la clarté des buts et des objectifs, l'équilibre entre les défis et les compétences, l'immersion et la concentration sur la tâche, la fusion de l'action de la conscience, le contrôle et l'altération de la perception du temps.

Somme toute, nous proposons pour la structuration du contenu dans le cas des jeux sérieux que celle-ci se fasse sur le fond d'une histoire et une structure narrative qui servent de cadre intégrateur de toute l'expérience d'apprentissage. Elle devrait déboucher sur un réseau d'événements d'apprentissage qui définit les événements permettant l'acquisition des connaissances, les événements ludiques et les événements d'évaluation. Ces événements doivent être étroitement liés de sorte à permettre une expérience endogène. À cet effet, la structuration des contenus devrait se faire selon une hiérarchie qui assure une continuité entre les objectifs de performances et d'apprentissage et les objectifs pédagogiques

détaillés. Cette hiérarchie peut prendre plusieurs formes : du complexe au simple, du général au spécifique, de l'abstrait au concret, du global au détail, du familier à l'inconnu, etc. De même, un équilibre entre les événements d'apprentissage et de jeu doit être établi de sorte à créer une expérience optimale ou un état du flux (Csikszentmihályi, 1990). En l'occurrence, les défis et les compétences correspondantes doivent être proportionnels et progressifs. La figure 12 résume le processus pour la structuration du contenu que nous proposons.

Enfin, la structuration du contenu permet de créer l'architecture statique du système d'apprentissage. Pour dynamiser ce système, le concepteur doit concevoir les différents modules qui permettent l'interaction entre l'apprenant et le système. Ce dernier point fait l'objet de la troisième étape de la phase *Design* du modèle proposé, soit la conception des interactions.

**Figure 11**

*Relation entre les défis, les compétences et le flux (Csikszentmihályi, 1990, p. 74) [traduction libre]*

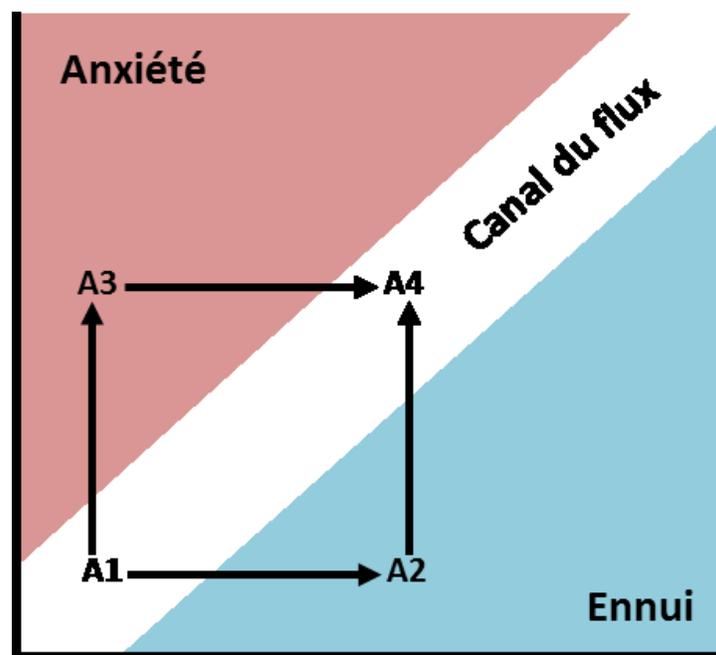
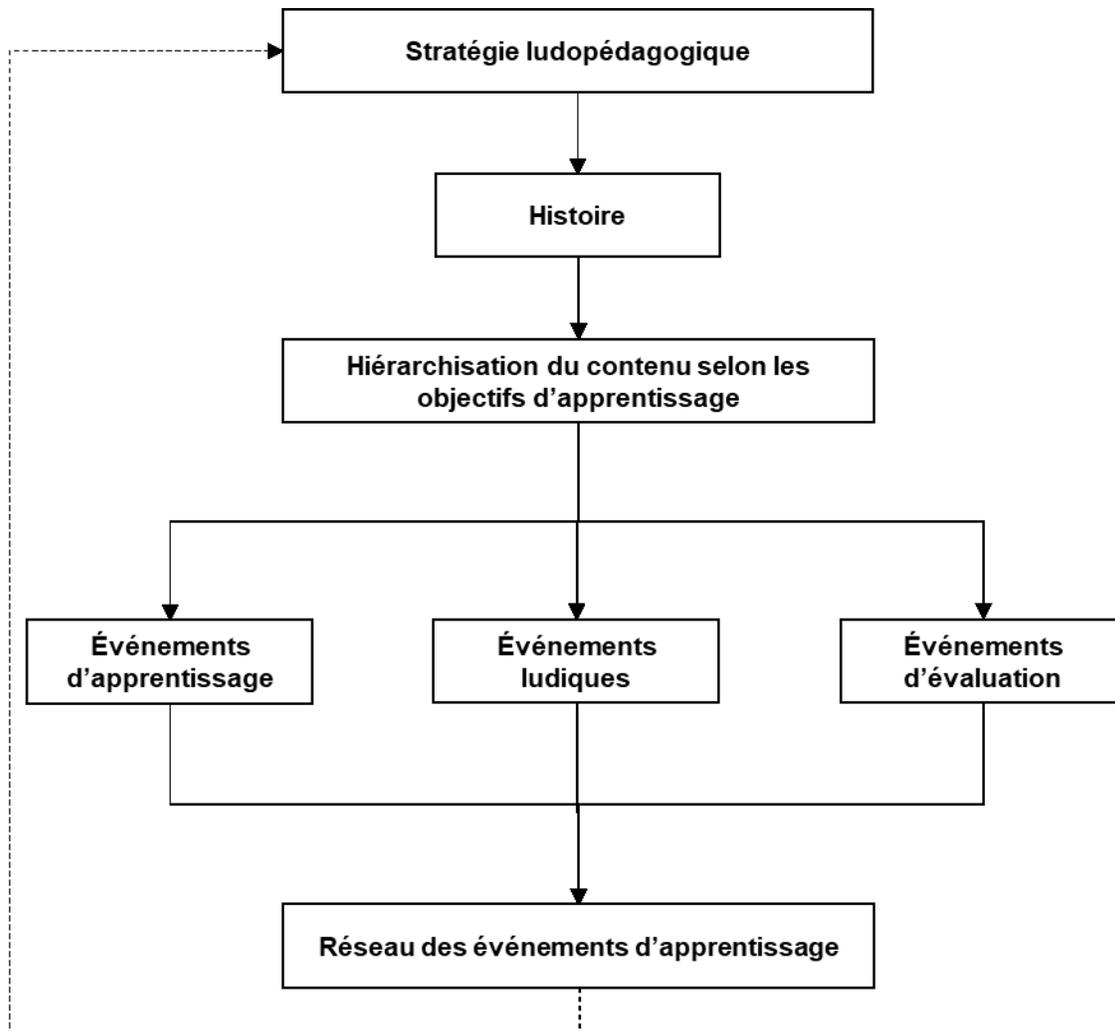


Figure 12

*Processus de structuration du contenu d'un jeu sérieux*



### 2.3.3. Étape 3 : conception des interactions

Les jeux sérieux permettent un apprentissage expérientiel, où l'apprenant est le principal acteur du processus d'apprentissage, parce qu'ils sont des environnements hautement interactifs. Dans ce sens, Wagner (1994) définit l'interaction comme étant un échange réciproque d'événements qui nécessite au moins deux objets et deux actions, et qui se produit lorsque ces objets et événements s'influencent mutuellement. Pour Brien et al. (1999), il s'agit de dialogues et d'actions pour deux interlocuteurs ou plus

(personne-personne, personne-machine, personne-machine-personne, etc.), qui impliquent une séquence de messages et une bidirectionnalité de ces messages en mode synchrone ou asynchrone. Ces auteurs soutiennent qu'afin qu'une interaction personne-machine puisse se réaliser, il faut un traducteur d'interactions qu'on appelle interface. Celle-ci fournit un espace de travail, souvent virtuel, offrant de multiples fonctionnalités pour le dialogue et l'action afin de faciliter et d'enrichir l'expérience de l'utilisateur.

Dans le même sens, Gibbons (2013) suggère que l'interface entre un apprenant et un système d'apprentissage se compose de trois systèmes interreliés, soit : la couche *Contrôle*, la couche *Message* et la couche *Représentation*. Le cas échéant, il assimile l'échange entre l'apprenant et le système à une autoroute, où sur une voie il y a le système de contrôle et sur l'autre voie se trouvent les systèmes de message et de représentation.

Par conséquent, nous proposons que la conception des interactions dans un jeu sérieux consiste en la conception des trois éléments d'interface. À cet égard, Gibbons (2013) souligne que, même si ces éléments sont étroitement intégrés et fonctionnent comme une seule unité, la conception de chacun d'eux est régie par des théories et des principes spécifiques à chacun.

#### **2.3.3.1. La conception du système de contrôle (couche Contrôle)**

Dans le cas des jeux sérieux, le système de contrôle remplit trois fonctions, soit l'interaction, la motivation et le traitement des contenus.

Ainsi, la première fonction du système de contrôle (l'interaction) permet à l'apprenant de communiquer ses intentions au système en exécutant des actions. Dans ce sens, Adams (2013) suggère que deux éléments clés constituant un jeu vidéo sont les mécaniques de base et l'interface utilisateur. Ce dernier étant composé d'un modèle d'interaction qui permet l'exécution des actions et le modèle de caméra qui permet d'afficher les rétroactions du système. Il explique que l'expérience du jeu (*Gameplay*) émerge de l'interaction entre les mécaniques et les actions du joueur.

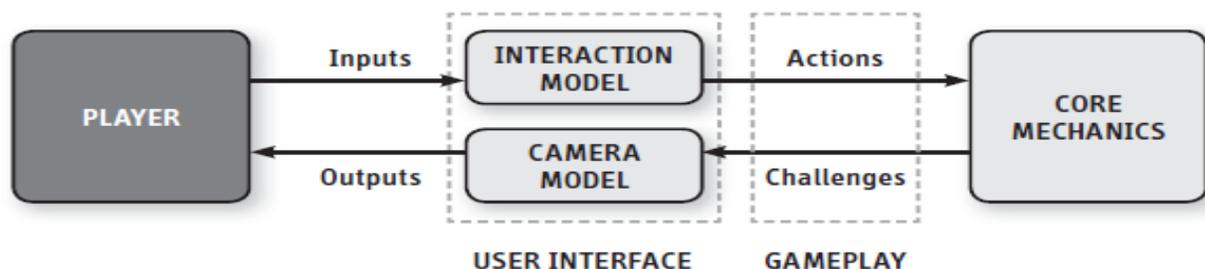
La figure 13 explique ce fonctionnement. Le cas échant, Adams (2013) suggère que, face à un défi dans le jeu, le joueur démarre par la manipulation des éléments de l'interface utilisateur. L'interface traduit les données en entrée à la mécanique du jeu sous forme d'actions à exécuter informatiquement. La mécanique traite ces actions, produit une rétroaction et propose un nouveau défi. De cette récurrence, entre les actions du joueur et les défis, émerge l'expérience du jeu.

Dans le même ordre d'idées, Winn (2009) stipule que la conception de l'expérience vidéoludique (*gameplay*) dans un jeu sérieux consiste à définir ce que le joueur **fait** lors du jeu, c'est-à-dire, les choix qu'il peut faire et les conséquences de ces choix sur sa progression dans le jeu. Il explique, en se basant sur le modèle MDA (Hunicke et al., 2004), que la mécanique du jeu (algorithmes) définit le but du jeu et les règles qui régissent ce que le joueur **peut** faire dans le jeu. Les dynamiques sont les résultats des interactions entre la mécanique du jeu et les actions du joueur. Tandis que l'expérience qui en résulte porte sur les sensations souhaitées du jeu.

La deuxième fonction du système de contrôle est de susciter et de maintenir la motivation de l'apprenant. À cet égard, Malone et Lepper (1987) avancent que le contrôle est un facteur déterminant pour la motivation intrinsèque dans les jeux sérieux. Ils expliquent, en citant DeCharms (1968) et Deci (1975, 1981), que le contrôle répond à un besoin de compétence et d'autodétermination parce qu'il permet à l'apprenant d'avoir le sentiment d'être à l'origine de ses choix et actions et ne pas être soumis à des forces externes.

**Figure 13**

*Fonctionnement du jeu à travers le modèle d'interaction et le modèle de la caméra (Adams, 2013; p. 37)*



En outre, Malone et Lepper (1987) suggèrent que le plus important n'est pas le niveau du contrôle réel mais c'est plutôt la perception du contrôle, en tant que variable psychologique, qui importe. À cet effet, Malone et Lepper (1987) définissent trois principes à respecter pour offrir un sentiment de contrôle à l'apprenant, à savoir: la contingence, les choix et le (sentiment) de puissance.

La contingence dans un environnement d'apprentissage consiste à générer des résultats sur la base des réponses de l'apprenant. Dans ce cas, le système offre des rétroactions qui dépendent de la réussite ou l'échec de l'apprenant à accomplir les tâches, mais il offre également aux apprenants qui ont la capacité d'atteindre le but la possibilité d'expérimenter le sens de contrôle.

Cependant, la contingence d'un système d'apprentissage n'est pas suffisante pour garantir un niveau élevé de la perception du contrôle. Le système doit permettre de faire des choix entre plusieurs alternatives. Le nombre de ces choix doit être assez élevé pour augmenter le sentiment de contrôle, mais ne doit pas être excessivement important au risque de frustrer l'apprenant par des choix qui dépassent sa capacité de discrimination entre les possibilités.

Le troisième principe pour optimiser le sentiment de contrôle est de permettre à l'apprenant de produire des effets puissants avec un minimum d'effort. À titre d'exemple, les jeux vidéo permettent, avec des actions simples, de produire des effets visuels et sonores spectaculaires.

Enfin, la troisième fonction du système de contrôle est le traitement du contenu. À cet égard, Gunter et al. (2008) soutiennent que l'interaction entre l'apprenant et le système de jeu sérieux est une condition préalable à l'engagement qui, à son tour, est la condition préalable à l'immersion. En l'occurrence, l'interaction, l'engagement et l'immersion sont des conditions nécessaires à l'apprentissage. De ce fait, ces auteurs recommandent, pour la conception des jeux sérieux efficaces, d'utiliser les interactions comme véhicule pour le traitement du contenu, en proposant des choix qui requièrent de traiter naturellement et implicitement le contenu en vue d'avancer dans le jeu.

Dans le même sens, Gibbons (2013) estime que le contrôle est un facteur déterminant pour les environnements d'apprentissage, en particulier ceux mettant en avant l'apprentissage par la pratique (*Learning by doing*). En l'occurrence, le contrôle permet à l'apprenant de naviguer entre les différents événements d'apprentissage, mais aussi de faciliter la prise de décision lors d'un événement d'apprentissage donné. Plus spécifiquement, le contrôle permet à l'apprenant de s'orienter dans l'environnement d'apprentissage, d'évaluer son avancement, de formuler des objectifs à atteindre et de planifier des actions à entreprendre.

Par conséquent, Gibbons (2013) suggère de concevoir le système de contrôle de sorte à permettre les tâches suivantes :

- Administration : débiter, mettre en pause ou terminer un événement d'apprentissage.
- Navigation : se déplacer entre les différents événements d'apprentissage.
- Action : entreprendre une action similaire à une action réelle, qui fait partie d'une compétence ou qui utilise une partie des connaissances à apprendre.
- Communication : permettre à l'apprenant de s'exprimer.
- Requête : poser une question ou chercher une information.
- Négociation : négocier des buts, rôles, moyens ou toute décision qui influence la progression du plan d'apprentissage.

Par ailleurs, Gibbons (2013) estime que la conception du système de contrôle doit tenir compte de la technologie utilisée pour la conception de l'environnement d'apprentissage. Ainsi, les environnements créés pour les ordinateurs ne disposent que d'un nombre limité de contrôle possible, essentiellement via le clavier et la souris. Alors que les simulateurs et les environnements de réalité virtuelle peuvent utiliser des outils de contrôle plus sophistiqués. De plus, l'utilisation du système de contrôle doit être assez intuitive et simple pour éviter toute éventualité de distraire l'apprenant de la tâche principale. À cet effet, un système de message qui guide et oriente l'apprenant est primordial.

Cependant, le rôle du système de message dans un environnement ne se limite pas à cette fonction d'aide, comme nous le présentons dans la section qui suit.

### **2.3.3.2. La conception du système de messages (couche Message)**

Contrairement aux approches traditionnelles du design pédagogique, l'approche architecturale prévoit deux structures, interreliées mais distinctes, pour un système d'apprentissage, soit la couche *Contenu*, qui porte sur les connaissances à développer, et la couche *Message*, qui porte sur les informations qui soutiennent le processus d'apprentissage.

En effet, pour Gibbons (2013), un message est une unité de sens qui est indépendante de sa forme de présentation, puisqu'un même message peut être porté par différentes surfaces de présentation, selon le sens qu'il véhicule et l'intention de celui qui le formule. Il est également différent du contenu à apprendre, dans la mesure où le contenu constitue ce qui est à communiquer (le quoi) et le message avec sa représentation constituent le moyen de le communiquer (le comment).

En plus, Gibbons (2013) avance qu'il est important de distinguer entre le contenu à apprendre et le message parce que la combinaison de ces deux éléments ignore deux possibilités : (1) qu'un seul message peut être médiatisé simultanément par différents canaux (texte, voix, graphique, etc.), et (2) que l'atteinte d'un objectif stratégique d'apprentissage peut exiger plus d'une seule conversation pédagogique, c'est-à-dire plusieurs messages pour constituer un sens. Par contraste, le fait de séparer le contenu et le message et de prévoir, pour ce dernier, une architecture spécifique offre la possibilité de concevoir des conversations pédagogiques adaptatives où les réponses du système s'appuient sur les actions de l'apprenant.

À cet égard, Gibbons (2013) avance que l'architecture du système de message découle d'abord de la stratégie, puis de la structure de contenu. La stratégie définit la ligne directrice de la formation, notamment le processus prévu selon le type de compétences à développer. Un plan stratégique à haut niveau est ensuite décomposé à des niveaux plus détaillés. Chaque niveau porte sur un objectif

intermédiaire et permet de définir, de ce fait, un ensemble d'activités et d'actions. La structure du contenu suit ce découpage pour définir, pour chaque activité et chaque niveau, le contenu requis pour le développement des connaissances ou des compétences. Lors de l'apprentissage, le traitement de contenu se fait par des interactions successives entre l'apprenant et le système d'apprentissage, sous forme de conversations pédagogiques. Le système de message soutient ces conversations, d'une part, en communiquant les intentions et les actions de l'apprenant à travers le système de contrôle, et d'autre part, en communiquant les rétroactions du système à travers la couche de représentation.

Dans le cas des systèmes d'apprentissage adaptatifs, le rôle du système de message est encore plus déterminant. Dans ce sens, Gibbons (2013) explique que l'apprentissage dans une simulation ou un système de tutorat intelligent par exemple n'est pas linéaire. Il n'est pas possible de déterminer à l'avance le parcours de l'apprenant ou d'anticiper ses besoins d'informations. Par conséquent, le système de message doit guider le processus d'apprentissage, s'adapter aux besoins de l'apprenant et afficher les réactions du système. En l'occurrence, ces fonctions se recoupent avec le concept de rétroaction.

En effet, Shute (2008) soutient que la finalité d'un système de rétroaction dans les simulations et les jeux sérieux est de guider les apprenants dans l'amélioration de leurs performances, les motiver et améliorer les résultats d'apprentissage, en fournissant à ces apprenants des informations sur la pertinence de leurs actions. Pour Johnson et Priest (2014), la rétroaction permet à l'apprenant d'évaluer ses réponses et sa progression, identifier ses lacunes et les combler. De leur part, Johnson et al. (2017) estiment que la rétroaction aide les apprenants à construire leurs connaissances. Ces auteures expliquent que, dans le cas des environnements d'apprentissage par la découverte comme les simulations et les jeux sérieux, l'apprenant explore librement l'environnement et reçoit un guidage minimal sur ce qu'il doit apprendre ou comment l'apprendre, de ce fait, il est possible que son contact avec la matière à apprendre ne soit pas optimal. Dans ce cas, le système de rétroaction est nécessaire pour proposer un environnement de découverte guidée qui oriente l'apprenant vers la bonne direction et évalue ses

performances. En plus, ce système peut informer l'apprenant de la pertinence ou l'impertinence d'une action ou d'une décision et expliquer des concepts, principes et stratégies. Ainsi, le système permet de réduire la charge cognitive lors de l'apprentissage et aide les apprenants dans la sélection et l'organisation des informations (pour la construction des connaissances).

À cet effet, Johnson et al. (2017) soutiennent que les méthodes utilisées pour fournir les rétroactions dans les simulations et jeux sérieux diffèrent selon le contenu, le moment de présentation, la modalité de présentation des informations et l'adaptation aux caractéristiques des apprenants.

Ainsi, le contenu des rétroactions renvoie au type et au détail des informations offertes à l'apprenant. Dans ce cas, deux types de rétroaction sont à distinguer : la rétroaction corrective, qui porte sur le résultat d'apprentissage et informe l'apprenant sur la pertinence de ses actions et sa progression, et la rétroaction explicative, qui porte sur le processus d'apprentissage et oriente l'apprenant dans l'atteinte de l'objectif d'apprentissage. Ces deux types de rétroaction ne sont pas mutuellement exclusifs et peuvent être combinés de différentes manières selon les objectifs d'apprentissage et les caractéristiques des apprenants.

En outre, la modalité de présentation de la rétroaction se réfère à la façon de transmettre l'information à l'apprenant. Cette modalité peut être sous forme de texte, sous un format visuel ou auditif ou sous forme de mots narrés (langage parlé naturel ou synthétique). Elle peut être délivrée par un agent intelligent, une vidéo ou toute autre forme de présentation. Le choix de la modalité doit tenir en compte la tâche d'apprentissage à réaliser et la charge cognitive qui peut s'ajouter par des messages complémentaires.

De même, le temps de présentation d'une rétroaction peut être immédiat (juste après une action) ou retardé (à la fin d'une session de pratique par exemple). Les études empiriques à cet effet tendent à affirmer que la rétroaction est plus bénéfique dans le cas des jeux sérieux, toutefois l'impact de ce type

de rétroaction sur la rétention à long terme n'est pas clair (Johnson et al., 2017). De plus, il est difficile d'étudier le temps de la rétroaction indépendamment du contenu et de la modalité de présentation.

En ce qui concerne l'interaction entre l'adaptation aux caractéristiques et différences individuelles des apprenants et les stratégies de rétroaction, quoique ce champ de recherche n'est pas très développé, plusieurs études suggèrent que certaines caractéristiques d'apprenants (genre, connaissances préalables, habilité spatiale, motivation, capacités métacognitives, etc.) ont un impact sur l'efficacité du système de rétroaction (Johnson et al., 2017).

Le tableau 13 fait une synthèse des différents types de rétroactions (Johnson et al., 2017). Il montre qu'un jeu sérieux peut comporter plusieurs types de rétroactions et que ces derniers ne sont pas mutuellement exclusifs. Par conséquent, la conception d'un système de rétroactions doit tenir compte des objectifs d'apprentissage, du contenu de la matière à apprendre et des besoins des apprenants.

Dans ce sens, Gibbons (2013) propose de concevoir un tel système en développant, à partir de la stratégie pédagogique et la structure du contenu, une ontologie de messages. Plus spécifiquement, Gibbons (2013) estime que l'ontologie est le principe sous-jacent à la construction du système de message quel que soient la stratégie et la nature de contenu. Une ontologie étant un ensemble de catégories d'informations décrivant une classe de données, à l'exemple des balises incorporées dans les langages XML et HTML5. Elle a toujours un thème central ou un objet mettant en relation les différentes catégories d'information. Ainsi, elle peut être utilisée pour organiser les mêmes catégories d'informations de différentes manières de sorte à servir un but précis.

Dans le cas des environnements d'apprentissage, Gibbons (2013) soutient que l'utilisation des ontologies permet de créer une structure claire pour le système de message, qui s'adapte à la nature de l'activité d'apprentissage (présentation, démonstration, application), et permet aux concepteurs de s'assurer que toutes les activités d'apprentissage offrent à l'apprenant l'aide et le guidage nécessaires.

Le tableau 14 montre un exemple d'une ontologie, sous forme de table, pour les messages d'une leçon portant sur les activités d'apprentissage d'une procédure. Chaque ligne contient une étape de la procédure. Chaque colonne contient un élément de message à prévoir pour guider l'apprenant lors de l'étape. Chaque unité de message requiert un ou plusieurs éléments de présentation à afficher.

En outre, Gibbons (2013) avance que la création d'une table d'ontologie des messages ne détermine pas l'ordre de présentation de ces messages à l'apprenant lors du processus d'apprentissage. Elle constitue uniquement un moyen d'identifier les messages requis pour chacune des activités. Le concepteur doit se charger par la suite de définir les conditions d'affichages des messages selon la logique d'une conversation pédagogique.

Pour résumer, le système de message, dans le cas des jeux sérieux, joue un rôle capital, d'une part, en facilitant l'accès au contenu par le guidage et l'orientation de l'apprenant, et d'autre part, en optimisant le traitement de ce contenu, notamment par des rétroactions immédiates et adaptées. Par conséquent, le contenu et le message sont étroitement liés pour offrir une expérience d'apprentissage optimale. Cependant, ces deux éléments restent abstraits. C'est la couche de représentation qui leur donne une forme perceptible par l'apprenant.

**Tableau 13**

*Synthèse des différents types de rétroactions (Johnson et al., 2017; p. 125) [reproduit manuellement]*

Feedback type	Definition	Example	
Outcome	Knowledge of result/Response (verification, corrective)	Feedback is given about whether the response was correct or incorrect	“Your answer was incorrect”
	Knowledge of correct result/ Response (correct response)	The correct answer is provided	“The correct answer was B”
	Answer until correct (try again)	The learner must continue answering until he/she answers correctly	The learner must infer that his/her response is incorrect until a correct response is provided and the learner is allowed to continue
	Percent accuracy	Feedback is given to the learner about how well he/she is performing in a percentage of accuracy	“You were correct on 75% of the question”
	Error flagging (location of mistakes)	Feedback shows where the errors in the response are without giving the correct response	“The first part of your answer is incorrect”
	Environmental	The actual relationship between response and outcome is modeled	When building an electric circuit, the bulb will not light up if the path is broken
	Velocity	The learner’s ranking is compared to his/her performance on the previous trial	“Your performance declined from the previous scenario”
	Normative	The learner’s ranking is compared to the standing of other learners	“You performed better than 80% of other students”
Process (elaborative, explanatory)	Informational		“Remember to apply Ohm’s law when solving for the required voltage”
	Topic specific		“If you add a battery in serial, the flow rate increases”
	Response specific		“A path that is not open is not entirely correct. A bulb and a battery must be contained in the same closed path in order for a light bulb to light”
	Hints/Cues/Prompts (worked-out example)		“Here is a hint: A bulb is contained in what?”

*Note:* Table adapted from Mason and Burning (2003), Shute (2008) and van Buskirk (2011). These feedback types are not mutually exclusive. Feedback content may be combined. Types of feedback may also be labeled differently in feedback studies.

\*Process feedback may be conceptual or procedural

**Tableau 14**

*Catégorie d'une ontologie de messages pour une activité d'apprentissage d'une procédure*

*(Gibbons, 2013, p. 212) [Traduction libre]*

Procédure	Nom d'étape	Signal d'initiation	Action d'étape	Signal de fin	Premier indicateur	Indicateurs simultanés	Avertissements, mise en garde	Indicateurs non pertinents	Passage à l'étape suivante
Étape 1									
Étape 2									
Étape 3									
Étape N									

### **2.3.3.3. La conception de l'interface graphique (couche Représentation)**

L'interaction entre l'apprenant et le système d'apprentissage se fait à l'aide de l'interface. Celle-ci est constituée du système de contrôle qui permet à l'apprenant d'effectuer des actions et de l'interface graphique (couche *Représentation*) qui permet de traduire ces interactions sous la forme d'une expérience sensorielle visuelle et auditive. C'est la couche la plus visible et la plus concrète d'un système d'apprentissage (Gibbons, 2013).

De ce fait, l'interface graphique a toujours fait objet d'un intérêt particulier de la part des concepteurs des environnements d'apprentissage, en particulier pour les environnements hautement interactifs, comme les simulations et les jeux sérieux, où l'expérience sensorielle est aussi bien un véhicule de contenu qu'elle est un facteur de motivation intrinsèque. À cet effet, un corps de connaissances s'est constitué, au fil des années, pour établir des principes de production et de publication des ressources médiatiques aux fins de formation.

Cependant, avec la maturité de la technologie, l'enjeu principal pour la conception de la couche *Représentation* n'est plus d'ordre technique, lié à la production des ressources, mais il est plutôt d'ordre conceptuel, lié aux meilleures stratégies d'utilisation de ces ressources pour améliorer l'apprentissage.

Plus spécifiquement, la question est de comment harmoniser et synchroniser des médias de multiples formes pour une communication claire et efficace permettant à l'apprenant de construire une compréhension du contenu (Gibbons, 2013).

En outre, dans le cas des jeux sérieux, la question d'utilisation des représentations doit porter, en plus de l'aspect cognitif lié à la perception et au traitement des informations, sur l'aspect motivationnel de ces présentations pour former une expérience holistique.

À cet égard, la théorie affective-cognitive d'apprentissage avec les médias (TCAAM) de Moreno (2006) suggère que les facteurs motivationnels médiatisent les processus cognitifs impliqués dans l'apprentissage. Ainsi, les présentations peuvent être utilisées pour augmenter l'intérêt et la motivation de l'apprenant, et par conséquent, améliorer les résultats d'apprentissage.

Plus spécifiquement, la théorie TCAAM étend la théorie cognitive d'apprentissage avec les multimédias (Mayer, 2001, 2005) à des environnements comme les simulations et les jeux sérieux. Elle suppose que :

- a) les humains utilisent des canaux relativement séparés pour traiter des informations de différentes modalités (auditive / visuelle),
- b) seulement une partie des informations peut être traitée activement à un moment donné dans la mémoire de travail pour chaque canal,
- c) l'apprentissage significatif se produit lorsque l'apprenant déploie un effort conscient de traitement cognitif de sélection, organisation et intégration d'une nouvelle information dans la structure des connaissances existantes,
- d) la mémoire à long terme consiste en une structure dynamique et évolutive qui retient à la fois les expériences passées et des connaissances du domaine général,
- e) les facteurs motivationnels médiatisent l'apprentissage par l'augmentation ou la diminution de l'engagement cognitif,

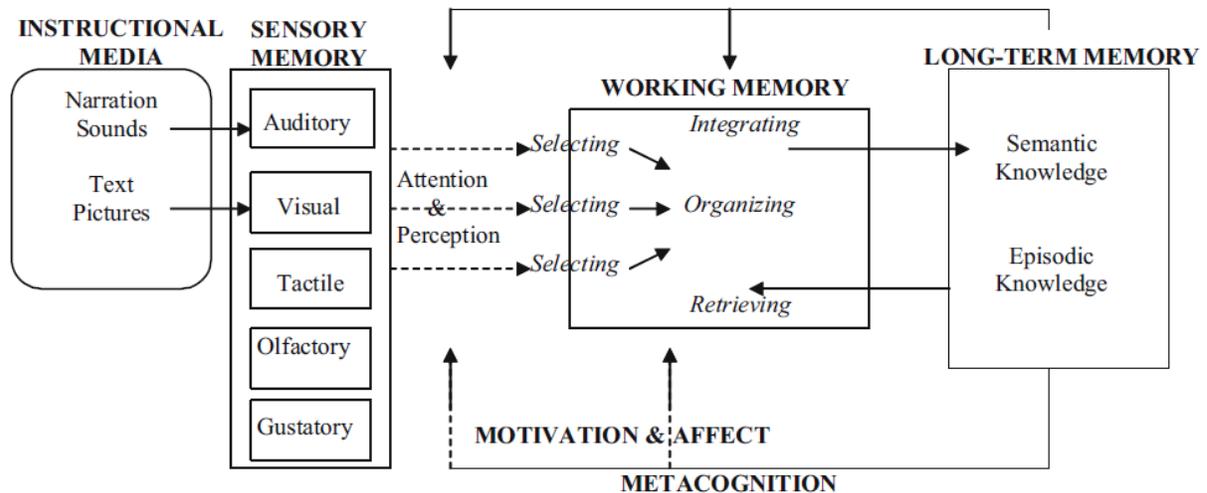
- f) les facteurs métacognitifs médiatisent l'apprentissage par la régulation cognitive et affective,
- g) et les différences entre les connaissances préalables et les aptitudes des apprenants peuvent affecter le niveau d'apprentissage par un média spécifique.

La figure 14 présente un modèle d'apprentissage avec les médias selon la théorie TCAAM. Selon Moreno et Mayer (2007), ledit modèle suggère qu'une présentation (ressource médiatique) peut consister en une explication verbale, sous forme de texte ou de narration, combinée avec une présentation non verbale, sous forme d'une image ou son. Pour que l'apprentissage se produise, l'apprenant doit d'abord capter et sélectionner l'information (verbale et non verbale) pour un traitement dans la mémoire de travail. Puis, l'apprenant doit organiser les multiples présentations sous forme d'un modèle mental cohérent et intégrer les informations organisées avec les connaissances déjà acquises. Dans le cas des environnements interactifs, les processus cognitifs de l'apprenant sont guidés, en partie, par les connaissances acquises (flèches en haut de la mémoire à long terme vers les processus d'attention, perception et mémoire de travail) et, en autre partie, par les rétroactions du système. Les apprenants peuvent aussi utiliser leurs compétences métacognitives et émotionnelles pour réguler leurs motivations et traitements cognitifs lors de l'apprentissage (flèche en bas).

En outre, la TCAAM stipule que les environnements d'apprentissage multimodaux, comme les simulations et les jeux sérieux, présentent le contenu selon deux modes : un mode verbal (textes, sons, narration) et un mode non verbal (illustrations, images, animations, vidéo). La combinaison de ces modes, en utilisant des présentations mixant différentes modalités simultanément, permet de meilleurs traitement et compréhension du contenu lors du processus d'apprentissage. Toutefois, considérant l'architecture cognitive humaine qui ne dispose que d'une capacité limitée de traitement, il est possible que la capacité requise pour le traitement des contenus excède la capacité du système cognitif. En d'autres termes, qu'il ait une charge cognitive pouvant entraver l'apprentissage (Sweller, 1988).

Figure 14

Modèle cognitif-affectif d'apprentissage avec les médias (Moreno et Mayer, 2007, p. 314)



Pour réduire la charge cognitive, Moreno et Mayer (2002) proposent sept principes, liés au traitement cognitif des informations, qui doivent guider la conception des présentations et des médias à des fins de formation. Le premier principe est *le principe multimédia* qui stipule que l'apprentissage à travers une présentation qui contient une animation et une narration est plus profond que l'apprentissage à travers la narration seule. Le deuxième principe est *le principe de la contiguïté spatiale* qui stipule que l'apprentissage est plus profond quand une animation et le texte correspondant sont présentés sur un écran l'un à côté de l'autre que lorsqu'ils sont éloignés. Le troisième principe est *le principe de la contiguïté temporelle* qui stipule que l'apprentissage est plus profond lorsqu'une animation et la narration correspondante sont présentées simultanément que successivement. Le quatrième principe est *le principe de la cohérence* qui stipule que l'apprentissage est plus profond quand les sons (ex. musique de fond) sont exclus d'une présentation (animation, narration ou vidéo) que lorsqu'ils sont inclus. Le cinquième principe est *le principe de la modalité* qui stipule que l'apprentissage est plus profond à partir d'une animation narrée que d'une animation avec du texte. Le sixième principe est *le principe la*

*redondance* qui stipule que l'apprentissage est plus profond à partir d'une animation narrée que d'une animation avec une narration et un texte. Le septième principe est *le principe de personnalisation* qui stipule que l'apprentissage est plus profond quand la narration ou le texte à l'écran est sous forme d'une conversation que selon un style formel.

À ces principes, Moreno et Mayer (2007) suggèrent cinq principes complémentaires qui sont liés au traitement affectif des informations, soit : le principe d'activité guidée (permettre à l'apprenant d'interagir avec un agent intelligent), le principe de réflexion (demander à l'apprenant de se questionner sur ses actions et réponses), le principe de rétroaction (offrir une rétroaction explicative plutôt que corrective), le principe de rythme (permettre à l'apprenant de contrôler le rythme des présentations) et le principe de pré-formation (permettre à l'apprenant d'activer les connaissances préalables avant de traiter un nouveau contenu).

Au moment où les principes d'activité guidée, de réflexion, de rétroaction et de pré-formation se rattachent essentiellement à la conception du message. Le principe de rythme est particulièrement intéressant pour la qualité des présentations dans les systèmes hautement interactifs. À cet égard, Moreno et Mayer (2007) soutiennent que prévoir un moyen pour régler le rythme d'une présentation, surtout lorsqu'il s'agit d'une animation complexe ou une vidéo, permet à l'apprenant de disposer du temps nécessaire au traitement d'un segment de l'information avant de passer au segment suivant, et de ce fait, avoir le temps de sélectionner, organiser et intégrer ses informations avec les connaissances préalables. Il en résulte un apprentissage plus profond.

Pourtant, le contrôle du rythme n'est pas le seul élément à prendre en considération pour la conception de la couche de présentation. Il existe une multitude de paramètres qui doivent guider la conception de cette couche. À cette fin, Gibbons (2013) propose, à partir d'une synthèse de littérature, neuf principes de présentation à respecter pour la conception des environnements d'apprentissage.

Le tableau 15 énumère ces principes de présentation et identifie pour chaque principe les facteurs à considérer lors du processus de conception. Ces principes concernent la forme des présentations (*contraste, cadrage, structure, trace*), le contenu (*symbole, histoire, question*) et l'harmonisation des différents médias (*accès, coordination inter-médias*).

En résumé, la couche de représentation permet de traduire l'expérience d'apprentissage sous une forme sensorielle, accessible à l'apprenant. L'enjeu principal de la conception de cette couche est essentiellement d'ordre conceptuel plutôt que technique, même si la technologie joue un rôle essentiel pour sa réalisation. En d'autres termes, il est certes que la production des ressources médiatiques est essentielle pour susciter et maintenir la motivation de l'apprenant, toutefois il ne demeure pas moins vrai que ce sont les stratégies de sélection et de présentation de ces ressources qui ont le plus d'impacts sur les résultats d'apprentissage.

Tableau 15

*Principes de conception de la couche présentation d'après Gibbons (2013)*

<b>Principe 1 : Contraste</b>	
Le contraste aide à la perception des objets. Il est créé à travers des changements dans les formes, les couleurs, les volumes de sons, les positions ou les mouvements des objets. Les paramètres de contraste sont :	
<b>Saillance</b>	Le degré avec lequel un élément est mis en avant par rapport à son arrière-plan.
<b>Proportion</b>	Le contraste entre de multiples éléments saillants d'une présentation crée une proportion entre eux.
<b>Comparabilité</b>	La proposition et les différences de saillance invitent automatiquement à une comparaison qui apporte une nouvelle information.
<b>Nouvelle information</b>	La majorité des éléments de présentation dans une communication pédagogique est créée en arrière-plan. La mise en avant d'un élément a seulement pour objectif de le mettre en évidence.
<b>Clarté</b>	Le concepteur peut brouiller un élément pour communiquer une nouvelle information, directement ou indirectement.
<b>Esthétique</b>	Chaque contraste a une valeur esthétique émotionnelle, positive ou négative.
<b>Principe 2 : Cadrage</b>	
Le cadrage permet l'interprétation des présentations en définissant la position, l'angle et la perspective de vue. Les paramètres du cadrage incluent :	
<b>Fenêtre</b>	Une présentation contient toujours « une fenêtre » à partir de laquelle l'expérience est proposée.
<b>Point de vue</b>	C'est la position à partir de laquelle un receveur d'information voit la fenêtre.
<b>Orientation</b>	Permet de déterminer les points de référence pour savoir s'il y a un mouvement et dans quelle direction.
<b>Analyse</b>	C'est la façon d'arranger une scène pour permettre à l'apprenant d'analyser le paysage de la scène.
<b>Position métaphorique</b>	Est-ce que le cadrage de la scène est réel ou il contient un degré d'abstraction? Si abstraction est, elle est de quel type ?
<b>Principe 3 : Structure</b>	
L'esprit cherche toujours à comprendre la structure d'une présentation. Une fois que la structure est identifiée que l'apprenant commence à s'intéresser au sens et à la finalité de la structure. Les paramètres de la structure incluent :	
<b>Disposition</b>	Renseigne sur la façon dont les éléments d'une présentation sont arrangés. Cela implique : la proximité / le regroupement des éléments, la relation entre les éléments, les différences fonctionnelles (à quoi chaque partie correspond), la symétrie des formes et la simplification ou distorsion des éléments.
<b>Séquence</b>	Une représentation (visuelle ou auditive) peut être arrangée en séquence où le changement représente le passage de temps.
<b>Principe 4 : Trace</b>	
Le changement des éléments d'une structure selon le temps ne peut être mémorisé, mais l'aspect dynamique du changement laisse une trace dans la mémoire que le concepteur peut utiliser pour représenter les événements d'une expérience. Les paramètres de la trace incluent :	
<b>Dimensionnalité</b>	Les traces peuvent représenter plusieurs dimensions à la fois. Le défi est de créer une représentation compacte et moins compliquée pour l'apprenant.
<b>Couches</b>	Les présentations visuelles ou auditives sont constituées de couches dont la superposition permet de créer un sens (ex. Photoshop).
<b>Transparence / masquage</b>	Variation de la transparence des couches d'une représentation pour permettre à l'apprenant de se concentrer sur une couche ou un ensemble de couches.
<b>Dynamisme</b>	Une trace est créée à partir de plusieurs variables dans le réarrangement permet de créer de nouvelles présentations ou traces.
<b>Temporisation</b>	Il est possible d'accélérer ou ralentir une présentation.
<b>Navigabilité</b>	Contrairement aux présentations simples, une trace contient souvent plusieurs détails qui ne peuvent être compris avec une seule vue (analyse). De ce fait, il faut prévoir des contrôles de navigation qui permettent la manipulation de la trace (ex. visuel : zoom, rotation; auditive : boutons Jouer ou Pause).

<b>Principe 5 : Symbole</b>	
La perception d'un objet (visuel, sons, etc.) conduit à une interprétation de l'expérience et au sens que la personne lui donnera. Cette interprétation s'appuie sur ses expériences passées, les informations déjà acquises et l'émotion que l'expérience évoque. Ainsi, l'objet devient un symbole culturel. Les paramètres du symbole incluent :	
<b>Universalité</b>	Certains symboles existent déjà et peuvent être utilisés. D'autres varient selon les populations et peuvent signifier différents sens selon la culture. Ils peuvent également créer de nouveaux symboles pour créer d'autres significations.
<b>Interprétabilité</b>	Le sens d'un symbole ne doit pas être ambigu et doit être consistant pour qu'il soit facilement interprétable et puisse être utilisé dans un apprentissage autoguidé.
<b>Valeur émotionnelle</b>	Un symbole acquiert une valeur émotionnelle lorsque l'apprenant le lie à une émotion. L'établissement de ce type de liens doit être considéré lors de la conception.
<b>Principe 6 : Histoire</b>	
Les histoires sont créées à travers l'interaction des symboles. Ce sont les symboles, le sens que la personne leur donne et les valeurs émotionnelles qu'il leur associe qui donnent un sens à toute l'expérience. Le concepteur doit être capable de créer une expérience d'apprentissage, sous forme d'histoire, en utilisant des symboles et les arranger différemment pour leur donner de nouveaux sens. Les paramètres de l'histoire incluent :	
<b>Arc narratif</b>	Chaque histoire est formée d'un arc narratif qui commence par une introduction du but ou du mystère (début), une augmentation de la tension (climax) et une résolution (fin).
<b>Développement</b>	La progression d'une histoire d'une scène à l'autre constitue le développement de l'histoire.
<b>Principe 7 : Question</b>	
Une histoire commence souvent avec une question (un mystère) et se termine souvent avec une réponse. Les histoires des environnements d'apprentissage doivent souvent commencer par une histoire et se terminer par d'autres questions. Les présentations doivent être conçues pour permettre plus de questions et d'engagement. Les paramètres incluent :	
<b>Anomalie</b>	Une question est animée par un déséquilibre, une asymétrie, un élément inattendu ou un élément inexplicé.
<b>Invitation</b>	Une représentation doit accompagner l'anomalie d'une question par une invitation ou un défi pour motiver l'apprenant à chercher la réponse. Cela peut se faire par la présentation elle-même, une astuce ou une suggestion.
<b>Principe 8 : Accès</b>	
Les apprenants doivent être capables d'accéder à des parties de la présentation, ce qui implique d'avoir des outils de contrôle qui lui sont dédiés. Les paramètres de l'accès incluent :	
<b>Rythme</b>	Pour le son, c'est la capacité de régler le rythme de l'information à délivrer. Cela peut être un bouton de pause qui permet d'arrêter la présentation.
<b>Vitesse</b>	Capacité d'accélérer ou ralentir la vitesse de la présentation (visuelle ou auditive).
<b>Focus</b>	Capacité de zoomer sur une partie de présentation, de voir une troisième dimension et de voir les niveaux de détail masqués.
<b>Répétition du contrôle</b>	Possibilité de revoir une présentation (affichage ou écoute).
<b>Principe 9 : Coordination inter-médias</b>	
Les différents médias d'une présentation doivent être coordonnés, en termes de contenu et de temporisation, de sorte que chaque partie de la présentation renforce le message et renforce l'attention de l'apprenant. Les paramètres de la coordination des médias incluent :	
<b>Synchronisation</b>	Les médias des différents canaux doivent être synchronisés (texte, narration, animation, etc.)
<b>Interférence</b>	Les parties d'une présentation doivent être complémentaires pour se renforcer mutuellement.
<b>Complémentarité Éco</b>	L'effet d'une présentation d'un canal (auditif ou visuel) ne doit pas masquer les autres parties.
<b>Style</b>	Le style d'une présentation est la surface qui se manifeste à l'apprenant. Il inclut tout ce qui concerne le design de la présentation. Le style met en évidence le message et permet de lire entre les lignes.

## 2.4. Synthèse de la démarche de design proposée

La solution que nous proposons dans le cadre de cette recherche consiste en un modèle de design des jeux sérieux. Pour élaborer ce modèle, nous sommes partis de trois orientations qui nous ont permis d'identifier les principes de design à même de guider le développement de celle-ci.

La première orientation est l'adaptation du modèle générique de design pédagogique ADDIE, afin de disposer d'un cadre éprouvé qui définit les grandes phases du processus de design. En l'occurrence, quatre phases du processus ont été définies (analyse, design, développement et évaluation). La phase *implémentation* du modèle ADDIE a été intégrée dans la phase *évaluation*, en tant qu'une évaluation sommative.

La deuxième orientation est de rapprocher le processus du modèle ADDIE au processus de design des jeux. L'objectif était d'intégrer aux étapes de design pédagogique, issues du modèle ADDIE, des étapes issues du processus de design des jeux.

La troisième orientation est l'adaptation de l'approche architecturale de design pour tenir compte des spécificités des jeux sérieux. Le cas échéant, l'approche architecturale nous a surtout permis de définir les sous-systèmes qui peuvent constituer un jeu sérieux et les relations entre ces sous-systèmes. De même, elle nous a permis d'identifier des principes de design pour concevoir et intégrer ces sous-systèmes.

La démarche qui résulte des principes de design identifiés propose un processus de design des jeux sérieux en quatre phases (*analyse, design, développement et évaluation*). Chaque phase se décompose en étapes issues à la fois du domaine de design pédagogique et de design des jeux. La *phase de design* ressort comme étant le cœur du processus. C'est pendant cette phase qu'il est question d'intégrer les éléments éducatifs et ludiques dans une structure homogène et cohérente.

La méthodologie proposée à cette fin, porte sur trois phases. Dans la première phase, formulation de la stratégie pédagogique, il est question de définir, à partir des données collectées lors de *la phase*

*d'analyse*, une stratégie ludique et une stratégie pédagogique. Puis, de formaliser une stratégie unique, dite *stratégie ludopédagogique*.

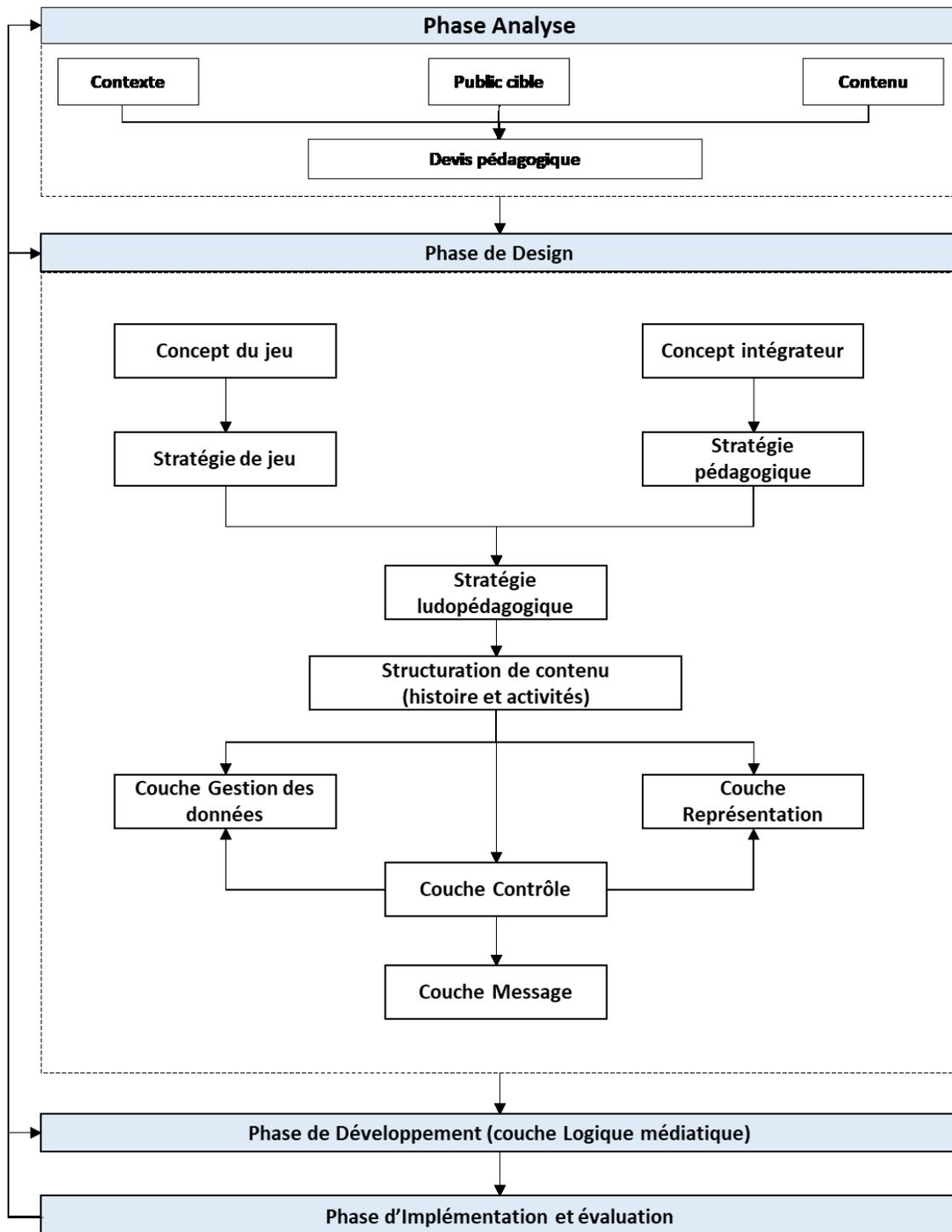
Dans la deuxième phase, *structuration du contenu pédagogique*, il convient de créer la structure du jeu sérieux. Cette structure devrait se fonder sur une histoire ou un récit narratif qui sert de toile de fond à l'ensemble des activités dans le jeu sérieux. Elle se présente alors sous forme d'un réseau d'événement qui intègre trois types d'activités : des activités apprentissage, pour l'acquisition des connaissances, des activités ludiques, qui proposent des actions et mécaniques de jeu, et des activités d'évaluation implicite, qui permettent d'évaluer le processus d'apprentissage.

Dans la troisième phase, *conception des interactions*, il est question de dynamiser la structure du jeu sérieux par l'ajout des éléments d'interactivité. En l'occurrence, les interactions portent sur l'environnement du jeu (la représentation), le système permettant d'interagir avec ce système (le contrôle) et le véhicule d'interaction entre l'apprenant et le système (message).

La figure 15 présente la méthodologie détaillée que notre modèle propose pour conduire le processus de design des jeux sérieux. Elle montre les différentes phases et étapes de la démarche, ainsi que le processus de design sous-jacent.

Figure 15

Notre modèle de design des jeux sérieux proposé



## 2.5. Conclusion du cadre théorique

Dans la problématique, nous avons établi que la difficulté de développement des jeux sérieux réside dans le manque d'une démarche consensuelle et satisfaisante pour le design de ces jeux et que cela constitue un enjeu important pour les praticiens. De ce fait, nous nous sommes posé la question de recherche suivante : ***comment concevoir des jeux sérieux éducatifs permettant des expériences d'apprentissage motivantes et pédagogiquement efficaces ?***

Dans ce chapitre, nous avons présenté une solution pour contribuer à la résolution de cette problématique, conformément à une démarche basée sur l'approche de recherche orientée par la conception (Reeves, 2006). Cette solution consiste en un modèle de design des jeux sérieux. En l'occurrence, nous avons identifié et mis en relation des principes de design existants afin de formaliser ce modèle et l'opérationnaliser sous forme d'un processus et une méthodologie détaillée de design pédagogique.

L'étape suivante sera d'améliorer cette solution en collaboration avec des praticiens. Plus spécifiquement en lien avec les limites des modèles actuels de design des jeux sérieux que nous avons identifié dans la problématique (section 1.4), nous visons à faire évoluer notre modèle pour qu'il soit à même de 1) répondre aux besoins pratiques des concepteurs en matière de de design des jeux sérieux, 2) optimiser le processus de design de ces jeux, 3) proposer des principes de design à prendre en considération pour conduire le processus de design et 4) soutenir la conception d'une expérience d'apprentissage optimale.

Par conséquent, nous proposons de répondre aux questions spécifiques de recherche suivantes :

1. **Question spécifique 1** : comment le modèle proposé peut-il répondre aux besoins des concepteurs en matière de design des jeux sérieux ?
2. **Question spécifique 2** comment améliorer le modèle proposé pour optimiser le processus de design?

3. **Question spécifique 3** quels sont les principes de design à prendre en considération pour conduire le processus de design des jeux sérieux ?
4. **Question spécifique 4** : quel est le modèle théorique d'une expérience optimale d'apprentissage par jeu sérieux qui résulterait de l'application du modèle? c'est-à-dire une expérience holistique, à la fois ludique et efficace pédagogiquement.

## MÉTHODOLOGIE

Dans la problématique, nous avons établi que la difficulté de design des jeux sérieux réside dans l'absence d'une démarche de conception consensuelle et satisfaisante, qui propose une approche permettant l'intégration d'un contenu éducatif avec les éléments favorisant l'émergence de la motivation et le plaisir dans le jeu. Ce qui nous a amenés à nous poser la question de recherche suivante : ***comment concevoir des jeux sérieux éducatifs permettant des expériences d'apprentissage motivantes et pédagogiquement efficaces ?***

À cet effet, nous avons présenté dans le cadre théorique une solution qui consiste en un modèle de design des jeux sérieux. Puis, nous avons formulé quatre objectifs spécifiques de la recherche. Dans ce chapitre, nous présentons la méthodologie qui nous a permis de répondre à ces questions.

Ainsi, nous y retrouvons d'abord une brève section sur le type de recherche (3.1), de même que la démarche méthodologique (3.2). On y retrouve ensuite la présentation des participants, l'échantillon et le contexte de la recherche (3.3), des instruments de collecte de données (3.4). De même, une discussion sur les aspects éthiques vient clore cette partie (3.5).

### **3.1. Type de recherche**

La recherche s'inscrit dans le cadre d'un paradigme interprétatif qui sous-entend que la réalité sociale est multiple et qu'elle est construite à partir de perceptions individuelles susceptibles de changer avec le temps (Fortin et Gagnon, 2010). Ce paradigme convient parfaitement à notre approche méthodologique qui consiste à collecter des données qualitatives pour améliorer le modèle proposé (Savoie-Zajc et Karsenti, 2011).

Plus spécifiquement, il s'agit d'une recherche de type appliquée qui vise à instrumenter les concepteurs des jeux sérieux d'une démarche de design en recourant à des connaissances issues des domaines de design pédagogique (*instructional design*) et de design des jeux (*game design*).

À cet égard, van Der Maren (2006, p. 69) soutient qu'une recherche appliquée « tente de résoudre des problèmes en proposant des pistes de solutions. Ces hypothèses de solutions sont, en général, déduites des connaissances du domaine ou inférées lors d'une importation (transfert) des connaissances développées dans d'autres domaines ».

Le cas échéant, notre démarche méthodologique consiste en une recherche orientée par la conception (*Design-Based Research*) que Wang et Hannafin définissent comme une méthodologie systématique mais flexible, visant à améliorer les pratiques éducatives par des phases itératives d'analyse, de design, de développement et d'implémentation, basée sur la collaboration entre chercheurs et praticiens dans des contextes authentiques (monde réel), et conduisant à des principes et théories de design sensiblement contextualisés:

*We define design-based research as a systematic but flexible methodology aimed to improve educational practices through iterative analysis, design, development, and implementation, based on collaboration among researchers and practitioners in real-world settings, and leading to contextually-sensitive design principles and theories. The five basic characteristics: (a) pragmatic; (b) grounded; (c) interactive, iterative, and flexible; (d) integrative; and (e) contextual (Wang et Hannafin, 2005, p. 6).*

Ainsi pour Wang et Hannafin (2005, pp.8-12), la démarche diffère des autres méthodologies de recherche par cinq caractéristiques essentielles, à savoir qu'elle est une démarche 1) pragmatique, 2) ancrée, 3) interactive, itérative et flexible, 4) intégrative et 5) contextuelle.

La démarche est pragmatique parce que le chercheur aborde des problèmes pratiques pour une meilleure compréhension de design, de l'apprentissage et de l'enseignement. Elle a pour but de résoudre des problèmes réels, par la conception et la mise en place des outils et des interventions éducatives, de développer des théories et d'affiner les principes de design. L'objectif n'étant pas de vérifier si la théorie

fonctionne ou non, mais plutôt de s'assurer que la conception et la théorie sont mutuellement arrimées à travers le processus de recherche.

La démarche est ancrée (*grounded*) aussi bien dans la théorie que dans la pratique. La théorie est à la fois le fondement et la résultante de la démarche. Ainsi, le chercheur commence par sélectionner une ou des théories d'enseignement et d'apprentissage, qui constituent le cadre théorique de la conception de la solution ou de l'intervention, puis il affine le long du processus ses choix théoriques pour tenir compte de la complexité, les dynamiques et les limites du contexte d'intervention.

La démarche est interactive, itérative et flexible. Elle exige une collaboration étroite entre les participants (chercheurs et praticiens) le long du processus. En effet, à cause des relations dynamiques et complexes entre la théorie et la pratique, l'application directe de la théorie est rarement faisable. De ce fait, les chercheurs et les praticiens doivent travailler ensemble pour développer des principes qui permettent de résoudre les problèmes réels. Aussi, la démarche est caractérisée par un cycle itératif d'analyse, de design, d'implémentation, d'évaluation et un retour à l'analyse. Ainsi, des données émergent lors des différentes itérations de la phase d'implémentation et de tests pour permettre l'amélioration de la conception initiale, et ainsi de suite. La démarche est également flexible : le cadre théorique, sur lequel se fonde le design, évolue et un nouveau cadre peut apparaître. De surcroît, le chercheur dispose de plus de flexibilité (par rapport à une démarche expérimentale traditionnelle) pour adapter le design de la solution ou le cadre théorique qui le guide.

La démarche est intégrative. Elle permet aux chercheurs d'utiliser selon le besoin différentes méthodes quantitatives, qualitatives ou mixtes pour la collecte des données, comme les sondages, les entrevues, les revues d'experts, l'étude de cas, etc. Ainsi, en utilisant une combinaison de méthodes, les chercheurs augmentent l'objectivité, la validité et l'applicabilité de la recherche envisagée.

Finalement, la démarche est contextuelle parce que les résultats de la recherche doivent être liés au processus de design mis en œuvre et aux conditions de déroulement de la recherche. Ces résultats ne

constituent pas seulement des activités « prescriptives » que d'autres concepteurs doivent suivre, mais ils doivent, au-delà du problème immédiat et des paramètres du contexte de la recherche, permettre à ces concepteurs de développer une théorie plus adaptée et générer de nouveaux résultats. La généralisation des résultats augmente quand ceux-ci sont validés par la conception réussie d'autres d'interventions dans d'autres contextes.

Pour sa part, Reeves (2006, p. 58, traduction libre) soutient que l'approche se fonde sur trois principes fondamentaux :

- aborder des problèmes complexes dans des contextes réels en collaboration avec des praticiens ;
- intégrer des principes de design connus et hypothétiques aux progrès technologiques pour créer des solutions plausibles à ces problèmes complexes; et,
- mener une enquête rigoureuse et réfléchie pour tester et affiner les environnements d'apprentissage innovants ainsi que pour définir de nouveaux principes de design.

À cet effet, Reeves (2006) propose un modèle de mise en place de la démarche de recherche orientée par la conception en quatre étapes (figure 16), à savoir : 1) l'analyse d'un problème pratique en collaboration avec les praticiens, 2) le développement d'une solution à partir des principes de design existants et des innovations technologiques, 3) des cycles itératifs de tests et d'affinement de la solution et 4) la réflexion pour produire des « principes de design » et implémentation des améliorations de la solution. La figure 16 représente les quatre étapes de la démarche telle que suggérée par Reeves (2006).

Dans ce contexte, conformément au modèle de Reeves (2006), après avoir formulé notre problématique (étape 1), identifié les théories et des principes qui pourraient guider le design des jeux sérieux et proposé un modèle à cet effet (étape 2), notre démarche méthodologique porte sur la troisième étape du processus de recherche orientée par la conception, soit des cycles itératifs de tests et d'affinement de la solution en pratique. La figure 17 illustre notre démarche globale de mise en place d'une recherche orientée par la conception pour développer la solution.

Figure 16

*Démarche de recherche par la conception (Reeves, 2006; p. 59) [traduction libre]*

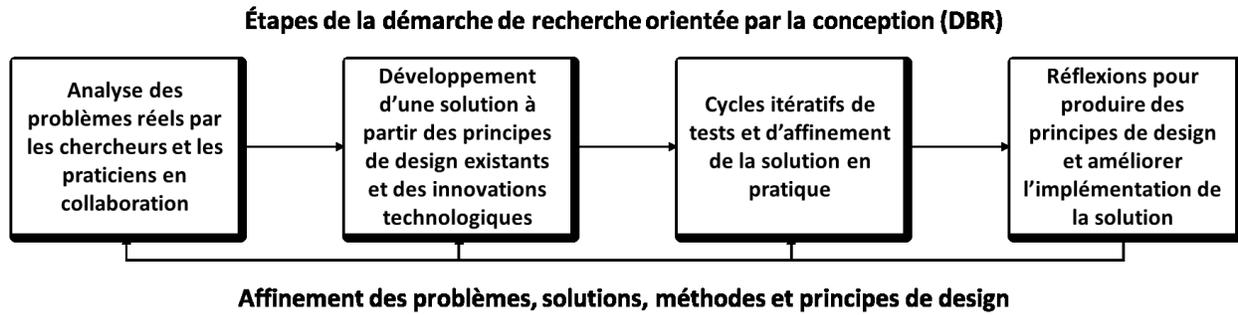
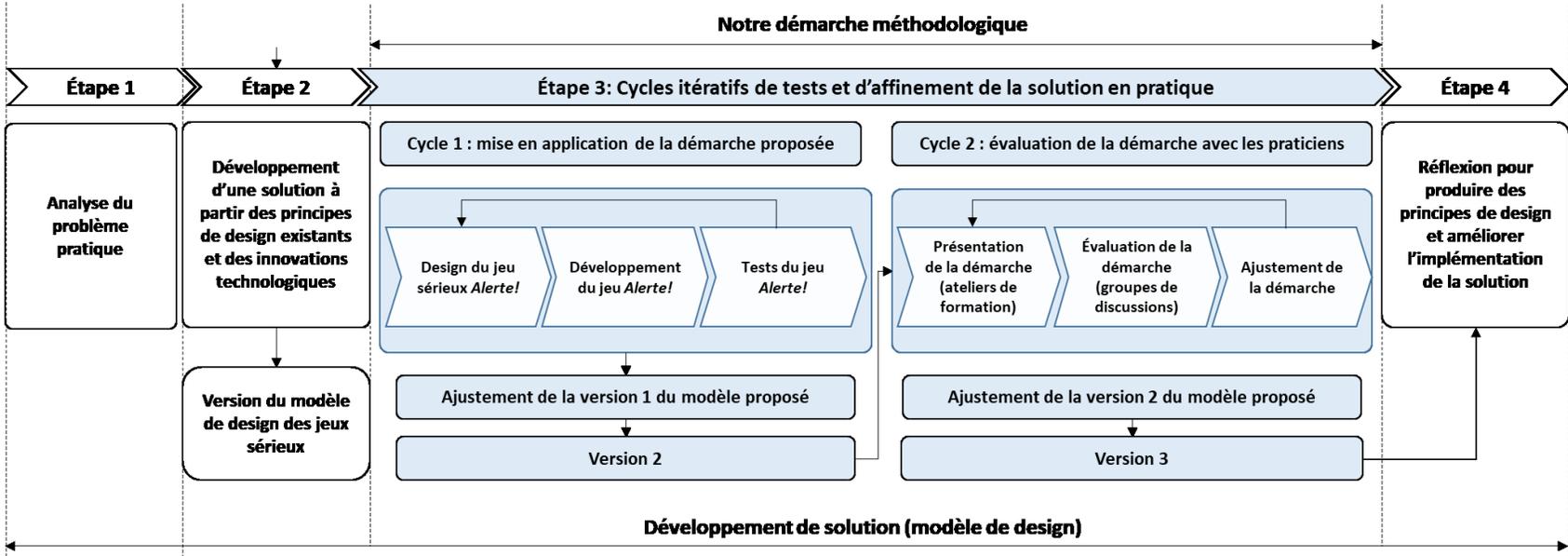


Figure 17

Approche globale de développement de notre solution selon une méthodologie de recherche orientée par la conception (Reeves, 2006)



### 3.2. Démarche méthodologique de recherche

Comme le montre la figure 17, après l'analyse d'un problème pratique, nous avons développé une première version de notre modèle de design des jeux sérieux (figure 15). Puis, nous avons mis en place d'une démarche méthodologique pour tester et affiner cette solution. En l'occurrence, cette démarche, qui correspond à la troisième étape de notre approche de recherche orientée par la conception, a consisté en deux cycles itératifs.

Le premier cycle (*mise en application de la solution et tests*) avait pour but de tester le côté opérationnel du modèle proposé et sa capacité à faciliter le design des jeux sérieux, avant de soumettre celui-ci à l'évaluation avec les praticiens. À cet effet, nous avons utilisé le modèle proposé pour développer un jeu sérieux, en tant que preuve de concept. Le développement de ce jeu sérieux, intitulé « *Alerte!* », nous a permis d'identifier des lacunes de la première version, construite théoriquement, et y apporter des ajustements. Ces ajustements nous ont permis, par la suite, d'élaborer une deuxième version du modèle proposé (version 2, p. 146).

Plus spécifiquement, le premier cycle a porté sur trois étapes : design, développement et tests du jeu « *Alerte!* ». Ainsi, dans la première étape (design), nous avons commencé par concevoir le jeu sérieux en suivant les étapes proposées par notre modèle. Puis, lors de la deuxième étape du processus (développement), nous avons créé et intégré les ressources médiatiques dans un environnement de création des jeux vidéo (*Unity*) pour produire une version bêta du jeu. Ensuite, dans la troisième étape du processus (tests), nous avons mis cette version du jeu en tests pour tester l'expérience d'apprentissage et identifier les améliorations possibles au modèle proposé. Nous présenterons ces améliorations dans la section (4.1. *Résultats du premier cycle*).

Les trois étapes de ce premier cycle (design, développement et tests) se sont déroulées d'une façon itérative. Ainsi, nous avons fait plusieurs allers-retours entre le cadre théorique et le modèle proposé pour ajuster celui-ci progressivement. En l'occurrence, la mise en application du modèle a mis en

évidence des carences du cadre théorique que nous avons ajusté ou y avons apporté les compléments d'informations nécessaires. Inversement, toute modification ou ajout au cadre théorique mettaient en évidence un besoin de cohérence et des ajustements à apporter au modèle proposé.

Le deuxième cycle (*évaluation de la solution par les praticiens*) avait pour but de collecter des données auprès des praticiens en vue d'affiner le modèle. Ce cycle a consisté en une itération qui a porté sur trois étapes : 1) présentation du modèle proposé aux praticiens (ateliers de formation), évaluation du modèle par les praticiens (groupes de discussion) et 3) ajustements du modèle proposé.

Plus spécifiquement, nous avons organisé une série de quatre rencontres avec des praticiens dont chacune a porté sur un atelier de formation, pour présenter le modèle aux praticiens, suivi d'un groupe de discussion pour évaluer le modèle par la collecte des commentaires et suggestions de ces praticiens. Cette évaluation nous a ainsi permis d'élaborer une troisième version du modèle (version 3, p. 194).

Au regard de l'importance que la démarche de recherche orientée par la conception accorde à l'implication des praticiens, les groupes de discussion étaient un moment clé dans notre démarche méthodologique. Dans la section qui suit, nous présentons davantage les conditions de réalisation de cette étape, soit les participants et le contexte de participation, le déroulement des rencontres et la démarche et outils de collecte des données.

### **3.3. Participants aux rencontres d'évaluation de la démarche**

La population des participants aux rencontres d'évaluation du modèle était constituée de concepteurs et de conseillers pédagogiques. La participation s'est faite sur une base volontaire. Le critère d'inclusion était la familiarité des participants avec les modèles et les techniques de design des dispositifs de la technologie éducative. L'objectif était d'impliquer dans le processus de recherche des concepteurs pédagogiques capables de prendre du recul par rapport à leurs pratiques quotidiennes et d'enrichir le modèle proposé.

### **3.3.1. Recrutement et échantillon**

Le recrutement des participants s'est fait dans le réseau professionnel du chercheur (collègues, associations professionnelles, communautés de pratique, etc.). À cet égard, nous avons pris contact directement avec des concepteurs pédagogiques et des jeux pour les inviter à participer à la recherche. Nous avons également émis une annonce sur les réseaux sociaux (*LinkedIn*) pour élargir le champ de recrutement des participants.

Les groupes ont été constitués avec la technique d'échantillonnage non probabiliste au jugé. Il s'agit d'un échantillonnage théorique dont les lieux, les personnes et les situations de collecte des données, sont choisis en fonction de leurs capacités à favoriser l'émergence et le développement d'une théorie plutôt que sur la représentativité de l'échantillon (Glaser et Strauss, 1967).

En ce sens, ce type d'échantillonnage diffère de l'échantillonnage (statistique) dans lequel les participants sont choisis d'après leur niveau de représentativité d'une population donnée (van der Maren, 2004).

De même, cet échantillonnage se conformait avec notre objectif qui était de recueillir des informations pour mieux comprendre un phénomène et ne pas rendre compte d'une population (Mongeau, 2008).

### **3.3.2. Contexte de participation**

L'organisation des rencontres avec les praticiens s'est déroulée entre les mois de septembre et décembre de l'année 2019. Les concepteurs et conseillers pédagogiques, qui ont pris part à ces rencontres, avaient tous en commun un grand intérêt pour le design, le développement et l'intégration des jeux sérieux dans des dispositifs de formation.

Au total, 22 participants ont été impliqués dans la recherche. Le cas échéant, nous avons organisé quatre rencontres dont les participants ont été répartis, selon leurs niveaux d'expertise en matière de design des jeux sérieux, en trois groupes : profil débutant, profil mixte et profil expert.

Le profil débutant était constitué de participants qui avaient une expertise en design pédagogique des dispositifs de formation classique (formation en ligne, formation en salle), mais qui n'avaient aucune expérience de design des jeux sérieux. Ce profil a fait l'objet de deux rencontres distinctes avec deux groupes différents.

Le profil mixte était constitué de participants dont certains avaient une expérience de design des jeux sérieux et d'autres qui n'avaient aucune expérience. L'objectif de la rencontre avec ce profil était de collecter la perception et les commentaires des participants qui sont dans un processus d'acquisition d'expertise de design des jeux sérieux, ainsi que de capter les interactions entre les participants expérimentés et ceux débutants du même groupe.

Le profil d'expert était constitué de participants dont chacun a réalisé au moins trois projets de design des jeux sérieux. Ces participants étaient familiers avec d'autres démarches de design du jeu sérieux, et par conséquent, étaient à même de comparer le modèle proposé avec d'autres démarches.

Initialement, nous avons prévu d'organiser les ateliers selon un ordre croissant de l'expertise des participants en matière de design des jeux sérieux, en commençant par le profil débutant, puis le profil mixte et enfin le profil expert. De même, nous avons prévu d'apporter des ajustements à la solution proposée à la lumière des commentaires des participants entre les rencontres de sorte à avoir trois itérations pendant ce cycle de la démarche méthodologique. En l'occurrence, nous entendons par itération, les ajustements au modèle proposés à la suite des commentaires des participants d'un groupe avant de recommencer l'exercice d'évaluation avec le groupe suivant. Cependant, sous l'effet des contraintes d'indisponibilité des participants et des conditions logistiques d'organisation des rencontres, nous n'avons pas pu réaliser ce plan initial.

Ainsi, nous n'avons effectué qu'une seule itération au terme des quatre rencontres. En d'autres termes, nous avons consolidé les commentaires et les suggestions de l'ensemble des participants une seule fois, et ce, au terme de toutes les rencontres. Cette situation a présenté pour nous, néanmoins,

l'avantage de pouvoir identifier les similitudes et les divergences des points de vue des participants par rapport à un seul référentiel, soit la même version de la solution proposée, et par conséquent, la possibilité de pouvoir comparer les résultats des trois profils de participants, comme nous les présenterons dans la section Résultats.

Dans la section qui suit, nous présentons les modalités de déroulement de ces rencontres.

### **3.3.2.1. Déroulement des rencontres**

Dans le cadre de cette recherche, nous avons organisé quatre rencontres qui se sont déroulées chronologiquement comme suit : une rencontre pour le profil mixte, deux rencontres pour le profil débutant et une rencontre pour le profil expert.

Dans la première rencontre, le groupe de participants était constitué d'une dizaine de concepteurs pédagogiques d'Hydro-Québec dont certains n'avaient aucune expérience en design des jeux sérieux et d'autres qui avaient au moins réalisé un projet dans ce sens (profil mixte). Les participants de ce groupe avaient un nombre d'années d'expérience en design pédagogique de 2 à 18 ans (moyenne=11,6 ans). Leur spécialité est essentiellement le design des dispositifs de formation en salle, des formations numériques et des dispositifs hybrides de formation. Deux participants de ce groupe avaient une bonne connaissance des techniques de design des systèmes hautement interactifs, notamment les simulations, les dispositifs de la réalité virtuelle et de la réalité augmentée. La majorité de participants (9/10) s'appuie sur le modèle ADDIE pour le design des formations. Certains participants avaient une bonne connaissance d'autres modèles d'ingénierie pédagogique, comme la méthode MISA (1/10) ou le modèle *Successive Approximation Model* (2/10). Quatre participants (4/10) avaient une connaissance de la théorie d'apprentissage expérientiel ou de la théorie d'apprentissage social. Un seul participant connaissait la théorie du flux (Csíkszentmihályi, 1990). En matière d'expérience de jeu, la majorité des participants (9/10) se sont qualifiés de joueurs occasionnels (moins de 2 fois par semaine). Tandis qu'un participant

s'est qualifié de joueur régulier (plus de 2 fois par semaine). Les préférences de jeu des participants portaient essentiellement sur les jeux de rôle, les chasses au trésor, les simulations et les jeux de mémoire.

Les deuxième et troisième rencontres visaient des conseillers pédagogiques qui n'avaient aucune expérience de design des jeux sérieux (profil débutant). En l'occurrence, le groupe de la deuxième rencontre était constitué de deux participants qui avaient respectivement 25 ans et 6 ans d'expérience en design pédagogique, en particulier pour des formations en salle. Un des participants avait une grande expérience en conception des jeux éducatifs classiques, tandis que l'autre n'avait qu'une connaissance limitée des jeux. De même, un des concepteurs utilise le modèle ADDIE pour le design des formations, alors que l'autre ne connaissait pas ce modèle. Les deux participants connaissent les théories d'apprentissage expérientiel et social. Ils se sont qualifiés de joueurs occasionnels (moins d'une fois par semaine), en particulier pour des jeux de rôle et de jeux de mémoire. Les deux participants n'avaient aucune connaissance des théories ou des techniques de design des jeux.

Dans la troisième rencontre, le groupe était constitué de six conseillers et concepteurs pédagogiques du Centre de pédagogie universitaire de l'Université de Montréal (profil débutant). Deux participants n'ont pas pu terminer l'atelier parce qu'ils étaient appelés à traiter des urgences imprévues, alors qu'un participant a joint le groupe lors de la séance d'après-midi. Les participants avaient des années d'expérience en design pédagogique de 4 à 10 ans (moyenne=6.5 ans). Tous les participants conçoivent des dispositifs de formation en salle et de formation numérique. Ces participants utilisent le modèle ADDIE à cet effet. Ils ont une bonne connaissance des théories d'apprentissage expérientiel et d'apprentissage social. La majorité (3/4) connaît la théorie du flux. Tous les participants se sont qualifiés de joueurs occasionnels (moins de 2 fois par semaine). La majorité de ces participants ont une bonne connaissance de plusieurs genres de jeux (jeux de rôle, causal, stratégie, simulation, jeux de mémoire).

La quatrième rencontre a visé un groupe de quatre concepteurs des jeux vidéo et des jeux sérieux (profil expert). Ces concepteurs travaillent dans un studio montréalais spécialisé en design des jeux

numériques, y compris les jeux sérieux. La majorité des participants (3/4) détiennent un DESS en design des jeux de l'Université de Montréal. Tous les participants ont une maîtrise de la théorie du flux et la majorité (3/4) s'appuie sur la théorie d'apprentissage expérientiel pour la conception des jeux sérieux. Tous les participants ont une grande connaissance des techniques de design du jeu, notamment la conception des niveaux de jeu (*level design*), la conception des prototypes (*prototyping*) et la conduite des tests (*playtesting*). La majorité des participants connaissant le modèle MDA de design des jeux, la moitié (2/4) connaît le modèle DPE et un participant maîtrise au moins quatre modèles de design des jeux (*MDA, DPE, van Stalduinen, User Center Design, etc.*). Tous les participants ont une grande connaissance des genres de jeux et les pratiquent régulièrement.

### **3.3.2.2. Contenu des rencontres**

Chaque rencontre a porté sur quatre unités : une présentation de la problématique de design des jeux sérieux, une présentation expositive du modèle de design proposé, un exercice de mise en application de la méthodologie de design du modèle proposé et une discussion de groupe pour recueillir les perceptions et commentaires des participants.

Dans la première partie de la rencontre, la présentation de la problématique a pris la forme d'un bref exposé pour définir les jeux sérieux, énumérer leurs impacts sur les résultats d'apprentissage, décrire les principales approches pour leurs design, mettre en évidence les limites de ces approches et faire ressortir notre problématique de recherche, soit le manque d'une approche consensuelle et satisfaisante qui permet d'intégrer d'une façon holistique et endogène un contenu éducatif avec les attributs du jeu.

La deuxième partie de la rencontre a porté sur notre proposition d'un modèle de design à même de remédier aux limites constatées des approches existantes. En l'occurrence, nous avons présenté les phases et les étapes de la méthodologie de design proposée par le modèle, les fondements théoriques de cette méthodologie, les techniques de design des jeux et de design pédagogique à utiliser pour le développement des jeux sérieux, les arrimages nécessaires entre l'aspect éducatif et ludique, ainsi que

les outils qui soutiennent ladite méthodologie. De même, nous avons présenté aux participants, du groupe mixte (n=10) et du groupe expert (n=4), une démonstration du jeu sérieux *Alerte!*, qui a été développé en se basant sur les prescriptions du modèle proposé, afin d'expliquer notre démarche d'opérationnalisation du modèle et de collecter leurs commentaires à cet égard.

La troisième partie de la rencontre a consisté à un exercice pratique pour la mise en application de la méthodologie du modèle proposé sous forme d'un travail de groupes. Ainsi, les participants ont été répartis, selon leurs nombres, en petits de groupe de deux à quatre participants. Chaque groupe était sollicité afin de choisir un problème de formation à utiliser comme un cas d'école. Puis, pour chaque cas, les participants ont procédé à la définition du contexte où se déroulerait la formation, à la description d'une population ciblée éventuelle et à la formulation des résultats d'apprentissage et des objectifs pédagogiques d'une seule séquence de la formation à concevoir. Ensuite, nous avons mis à la disposition des participants un diagramme de la méthodologie proposée ainsi qu'un jeu de cartes pour les guider en étape par étape dans leur travail de design pédagogique. Lors de ce travail de groupe, nous avons apporté tout complément d'information nécessaire à la complétude de la tâche. Enfin, chaque groupe présentait en grand groupe un devis à haut niveau de la séquence du jeu sérieux conçue. Ces présentations ont été suivies de discussions entre les participants pour expliquer les choix pédagogiques et techniques sélectionnés lors de la phase de design.

La quatrième partie de la rencontre a porté sur un groupe de discussion. Ainsi, au terme de chaque rencontre, les participants étaient invités à interagir pour commenter la méthodologie de design proposée par le modèle et identifier les améliorations à lui apporter. Le cas échéant, le groupe de discussion, en tant que méthode de collecte des données, a été privilégié parce que «... Il peut [...] être utilisé dans la résolution de problèmes qui visent l'amélioration de situations en recherche-action ou en recherche développement pour faciliter les analyses de besoins » (Baribeau et et Germain, 2010, p. 36).

Par ailleurs, pour tenir compte des contraintes des participants et de leurs besoins et attentes, nous avons apporté des adaptations au programme initial des rencontres, en matière de durée et de contenu. Ainsi, lors de la deuxième rencontre, la durée a été écourtée de 6 heures à 4 heures, vu le nombre réduit des participants (deux participants se sont absentes sur les quatre prévus). De même, la durée a été écourtée pour la quatrième rencontre avec le groupe des participants experts, pour tenir compte de leur indisponibilité pour une journée entière et de leurs connaissances avancées en design des jeux. En l'occurrence, les sections liées à l'introduction aux techniques de design des jeux et l'exercice pratique ont été supprimées.

Le tableau 16 synthétise les modalités de déroulement des quatre rencontres, y compris la date, le lieu, la durée de la rencontre, la constitution des groupes et leurs niveaux d'expertise en matière de design des jeux sérieux.

### **3.4. Collecte des données**

Pour collecter les données de la recherche, nous avons eu recours à deux procédés : un journal de bord pour le premier cycle (*mise en application de la solution et tests*) et un guide d'entrevue pour les groupes de discussion du deuxième cycle (*évaluation de la démarche avec les praticiens*). Dans ce dernier cas, un dispositif d'enregistrement audio a été utilisé pour consigner les interventions des participants.

Ainsi, lors du premier cycle, le journal de bord nous a permis de documenter les étapes de développement du jeu sérieux *Alerte!* et consigner nos observations, réflexions, les défis rencontrés et les solutions apportées. De même, il nous a servi lors de l'analyse de données pour recontextualiser les décisions et les choix effectués lors du processus de développement. De ce fait, il a constitué un outil puissant de collecte de données puisqu'il s'agit d'un document qui remplit trois fonctions, soit de « garder le chercheur en état de réflexion active pendant sa recherche, lui fournir un espace pour exprimer ses interrogations, ses prises de conscience, et consigner les informations qu'il juge pertinentes » (Savoie-Zajc et Karsenti, 2011, p. 145).

Tableau 16

*Modalités de déroulement des ateliers de collecte des données*

Groupe / profil	Date de la rencontre	Lieu	Durée	Participants	Objectifs de la rencontre
Mixte	19-09-2019	Hydro-Québec	6h	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 10 concepteurs pédagogiques professionnels dont un chef de projet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Évaluer la démarche proposée</li> <li>• Capter les interactions entre les participants débutants et experts</li> </ul>
Débutant	01-10-2019	Université de Montréal	4h	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 conseillers pédagogiques</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Évaluer la démarche proposée</li> <li>• S'assurer de l'ergonomie et la facilité de prise en main de la démarche</li> </ul>
	06-12-2019	Centre de pédagogie universitaire	6h	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 6 Conseillers pédagogiques du CPU de l'UdeM</li> </ul>	
Expert	24-10-2019	Studio Affordance	3h	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 4 concepteurs de jeux vidéo et de jeux sérieux</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Évaluer la démarche proposée</li> <li>• Comparer la démarche avec d'autres approches de design des jeux sérieux</li> </ul>

L'objectif « *évaluer la démarche proposée par le modèle* » est un objectif commun à tous les groupes. Il a pour but de s'assurer de la pertinence de la démarche, identifier ses points forts et de faiblesse et de collecter les suggestions d'améliorations des praticiens.

Pour les groupes de discussion du deuxième cycle, le guide d'entrevue a porté sur des questions qui s'articulaient autour des quatre axes constituant nos questions spécifiques de recherches, soit la pertinence de la démarche, l'évaluation du processus de design proposé par le modèle, les principes de design et la nature de l'expérience d'apprentissage recherchée à travers les jeux sérieux. Plus spécifiquement, nous retrouvons ci-dessous les questions qui ont été traitées lors des groupes de discussion, tout en soulignant que des adaptations ont été apportées selon le profil de chacun des groupes de participants.

- Que pensez-vous globalement de la démarche proposée (perception générale et opinions par rapport à l'utilité, l'ergonomie et les outils du modèle proposé) ?
- À votre avis quels sont les points forts à renforcer de la démarche ?
- À votre avis quelles sont les limites de la démarche ?

- Que pensez-vous des fondements théoriques de la démarche, que ce soit pour susciter la motivation intrinsèque ou pour l'acquisition des compétences ?
- À votre avis, la démarche permet-elle le design des jeux sérieux à même de permettre l'atteinte des objectifs d'apprentissage ?
- À votre avis, la démarche permet-elle la création d'une expérience holistique ? c'est-à-dire un équilibre entre l'aspect ludique et le contenu éducatif ?
- Par rapport à d'autres approches de design que vous connaissez, qui est-ce qui, à votre avis pourrait distinguer cette démarche ?
- Comment pouvons-nous améliorer de la démarche ?

### **3.5. Considérations éthiques et déontologiques**

La politique d'éthique de l'Université de Montréal (politique des trois conseils) stipule qu'un certificat d'éthique est obligatoire à chaque fois qu'il est question de faire appel à des participants pour la collecte des données. Dans ce sens, une demande d'approbation a été déposée au Comité Pluri facultaire d'Éthique de la Recherche de l'Université de Montréal avant le recrutement des participants et le démarrage de la collecte des données et un certificat d'éthique a été obtenu (annexe 1).

Dans toutes les phases de la recherche, de grandes précautions ont été prises afin de respecter toutes les règles déontologiques du Comité Pluri facultaire d'Éthique. Le projet était présenté aux participants avant les ateliers de formation afin d'obtenir leurs consentements éclairés. Un formulaire d'information et de consentement (annexe 2) a accompagné la lettre d'invitation et a été envoyé, deux semaines au moins avant la date de l'atelier, pour permettre aux participants d'exprimer leurs accords de principe à participer à l'étude.

Le formulaire a fourni toutes les informations nécessaires sur l'objet et les objectifs de l'étude, les retombées éventuelles de cette recherche, le cadre méthodologique et l'ampleur de leur implication. Les

participants ont été informés qu'ils peuvent quitter l'étude à tout moment sans qu'il ait un préjudice quelconque. Les données ont été collectées et traitées de façon à préserver leur anonymat.

## RÉSULTATS

Comme nous l'avons mentionné dans la problématique, l'objectif de cette recherche est de répondre à la question générale de comment concevoir des jeux sérieux éducatifs permettant des expériences d'apprentissage motivantes et pédagogiquement efficaces.

Pour répondre à cette question, nous avons élaboré, dans le chapitre du cadre théorique, une première version d'un modèle de design des jeux sérieux, conformément à l'approche de recherche orientée par la conception. Puis, nous avons décliné la question générale en quatre questions spécifiques ayant trait à la pertinence du modèle, aux conditions de sa mise en application, aux principes de design qui en découlent et au modèle théorique qui pourrait fonder l'expérience optimale d'apprentissage par jeux sérieux.

Dans le chapitre Méthodologie, nous avons présenté la démarche de collecte des données qui nous a permis de répondre à ces questions. Ladite démarche a porté sur deux étapes consécutives. La première étape a consisté en *la mise en application et tests de la démarche (cycle 1)* par le développement d'un jeu sérieux éducatif. Cette étape nous a permis d'apporter des ajustements à la version initiale du modèle et d'en produire une deuxième version. Cette dernière a été soumise, dans la deuxième étape de la méthodologie, qui a pris la forme de groupes de discussions, à *l'évaluation avec des praticiens (cycle 2)* et a permis de produire une troisième version de la démarche.

Dans ce chapitre nous présentons les résultats qui ressortent du traitement des données collectées à l'issue de ces deux étapes de la méthodologie. Ainsi, nous commençons, dans un premier temps, par décrire les étapes de déroulement du premier cycle ainsi que les ajustements qu'il a permis d'apporter au modèle. Puis, nous présentons le processus de traitement et d'analyse des données collectées lors des groupes de discussion ainsi que les résultats de ce processus.

#### **4.1. Résultats du premier cycle : mise en application et tests du modèle**

La première étape de notre démarche méthodologique a consisté au développement d'un jeu sérieux en suivant les étapes du modèle de design proposé par cette étude (section 3.2). Afin d'éclairer le lecteur et de situer globalement la démarche que nous avons suivie, nous présentons les étapes suivies pour le développement de ce jeu, avant de présenter les résultats. Puis, nous présentons une synthèse des principaux résultats, réflexions, défis rencontrés, solutions apportées et enseignements tirés. De même, nous présentons les ajustements apportés à la version initiale du modèle (figure 15) pour produire une deuxième version.

##### **4.1.1. Étapes de développement du jeu sérieux *Alerte!***

Le jeu sérieux *Alerte!* (figure 18) a été développé dans le but de tester la solution (le modèle de design proposé) et de l'affiner avant de la soumettre aux praticiens pour collecter leurs perceptions et commentaires et en identifier les axes d'amélioration. Plus spécifiquement, cette première étape de la démarche méthodologique avait un double objectif. Le premier objectif était d'opérationnaliser les concepts théoriques qui fondent le modèle, et de ce fait, traduire ces concepts en actions. Le deuxième objectif était d'identifier, lors du processus de design du jeu sérieux, les lacunes et limites de la démarche que le modèle propose.

À cet effet, nous avons commencé, pour le développement du jeu sérieux *Alerte!*, par une phase d'analyse afin de définir les objectifs d'apprentissage. Puis, nous avons produit, dans la phase de design, un plan détaillé et la documentation de développement de ce jeu. Ensuite, nous avons développé et intégré les ressources médiatiques. Enfin, nous avons testé le jeu sérieux et apporté les ajustements qui s'imposaient. Dans ce qui suit, nous présentons le déroulement, les défis rencontrés et les actions apportées lors de chacune de ces étapes du processus.

Figure 18

Capture d'écran de la scène d'accueil du jeu *Alerte!*



#### 4.1.1.1. Phase analyse

Comme nous l'avons proposé dans la démarche du modèle, le design d'un jeu sérieux débute par une phase d'analyse. Celle-ci permet la collecte et l'examen de toutes les données susceptibles d'orienter le processus de design pédagogique. Ces données portent alors sur le contexte de la solution à développer, les caractéristiques de la population ciblée et le contenu existant. L'objectif étant de définir les objectifs d'apprentissage afin de combler l'écart entre les performances actuelles et souhaitées des apprenants.

Cependant, dans notre cas, le développement du jeu sérieux *Alerte!* n'était pas motivé par un écart de performance ou de compétences constatées chez une population particulière. Dès lors, il n'y avait pas de contexte ou d'apprenants à analyser. Par conséquent, nous manquions de données qui devraient, en principe, alimenter la phase de design pédagogique, comme les caractéristiques de la population ciblée, les besoins et objectifs d'apprentissage et les paramètres du contexte de formation.

Ainsi, nous manquions de « ligne de mire » pour conduire les étapes subséquentes du processus de design.

Pour remédier à cette contrainte, nous avons établi le scénario d'une situation fictive, mais réaliste, afin de circonscrire les données à fournir en entrée du processus de design. La situation hypothétique de ce scénario a consisté en une demande de formation portant sur les pratiques sécuritaires d'utilisation des systèmes informatiques. L'objectif était de permettre aux apprenants d'identifier et de prévenir les attaques aux systèmes informatiques, ainsi que d'adopter des comportements sécuritaires lors de l'utilisation de ces systèmes.

Ainsi, pour le contexte de la formation, nous nous sommes fixés comme but de concevoir un jeu sérieux dont la durée ne dépasse pas une heure. Le jeu devait être accessible sur internet à partir de n'importe quel ordinateur ou tablette. Il devait être utilisé comme dispositif d'autoformation ou faire partie d'une formation en classe dans le cadre d'un dispositif hybride.

En ce qui concerne le public ciblé, à défaut d'une analyse des caractéristiques, styles et préférences des apprenants, nous avons émis des hypothèses pour tracer le profil des apprenants potentiels. En l'occurrence, nous avons supposé que les apprenants seraient motivés par un thème lié à l'utilisation des TIC et par l'apprentissage ludique à travers un jeu sérieux. Ils auraient accès à l'équipement nécessaire pour visualiser la formation, notamment un ordinateur ou une tablette et une connexion internet. Ils seraient familiers avec les applications informatiques et n'auraient pas de mal à utiliser les équipements informatiques. Ils seraient également familiers avec quelques mécaniques des jeux vidéo. De même, nous avons supposé que la formation pourrait intéresser des apprenants de niveaux scolaires du secondaire et du postsecondaire (collégial et universitaire).

Pour ce qui est du contenu existant, nous avons rapidement constaté l'existence de plusieurs ressources sur le thème de la sécurité informatique, que ce soient des livres, des articles, des formations, des forums en ligne, etc. Cependant, nous nous sommes essentiellement appuyés sur deux sources de

contenu, ouvertes et publiques, soit le site internet du *Centre canadien pour la cybersécurité* ([www.pensezcybersecurite.gc.ca](http://www.pensezcybersecurite.gc.ca)) et Wikipédia. Les accès aux sites ont été faits entre mars et juillet de l'année 2019.

Pour résumer, la phase d'analyse nous a permis de formuler le but du projet de développement du jeu sérieux et de définir les données en entrée pour la phase suivante, à savoir la phase de design.

#### **4.1.1.2. Phase de design**

Dans la phase de design, l'objectif était de structurer l'expérience d'apprentissage du jeu sérieux et produire la documentation pour la phase de développement. À cet effet, nous avons procédé, conformément à la démarche du modèle proposé par cette étude, par la définition et l'élaboration des contenus des sept couches qui devraient constituer le système d'apprentissage. Ainsi, nous avons commencé par la formulation de la stratégie ludopédagogique. Ensuite, nous avons structuré le contenu sous forme d'un réseau d'événements d'apprentissage. Enfin, nous avons conçu les interactions du système.

##### *4.1.1.2.1. Formulation de la stratégie ludopédagogique*

La stratégie ludopédagogique avait pour finalité de définir une expérience d'apprentissage holistique et cohérente. À cet effet, la définition de cette stratégie s'est faite sur la base des données définies lors de la phase d'analyse, notamment en matière d'objectifs, de type de contenu et des profils des apprenants.

Le cas échéant, l'objectif visé par le jeu sérieux était de permettre aux apprenants d'appliquer des pratiques sécuritaires lors de l'utilisation des applications et systèmes informatiques. La décomposition de cet objectif de performance nous a permis de formuler trois objectifs d'apprentissage, soit de :

- identifier le type d'une attaque informatique,
- définir les mesures à adopter pour arrêter une attaque informatique,
- identifier les mesures de prévention qui correspondent à chaque type d'attaque.

La mise en perspective de ces objectifs par rapport au schéma des compétences proposées par Romiszowski (2009), nous a permis de définir le type de compétence recherchée et le domaine d'aptitudes qui s'y rattache. En l'occurrence, il s'agissait d'une compétence reproductive, c'est à dire une compétence qui porte sur l'application des principes et des stratégies (heuristiques) pour résoudre de nouveaux problèmes ou inventer une nouvelle procédure, par la mise en œuvre d'aptitudes cognitives de raisonnement, de résolution de problème et de prise de décision.

Comme nous l'avons proposé dans la démarche (tableau 12), le recouplement du type de compétence et du domaine d'aptitude associé devait nous permettre de définir la stratégie pédagogique et le genre de jeu en fonction des profils de joueurs. Cependant, comme nous n'avions pas réalisé une analyse des préférences de jeu des apprenants, nous n'avions pas de profils définis de joueurs. Pour remédier à cette contrainte, nous avons fait le choix d'adopter le profil de joueurs *Explorateurs* de la typologie de Bartle (1996). Le choix de ce type de profil était motivé par deux considérations. D'abord, le choix du profil *Explorateurs* devait nous permettre de sélectionner des stratégies de jeu axées sur la découverte et l'exploration plutôt que sur l'action. Puis, nous avons exclu les profils *Performants* et *Tueurs* pour atteindre potentiellement le maximum d'apprenants, étant donné que ces deux profils sont portés sur l'action plus que sur la réflexion (Bartle, 1996).

En conclusion, la stratégie ludopédagogique qui ressort de cette première étape de design pédagogique est un jeu de type Aventure (chasse au trésor) avec un apprentissage par investigation (*inquiry-based learning*). Dans la section qui suit, nous présentons comment cette stratégie a été déclinée en activités de jeu et d'apprentissage.

#### 4.1.1.2.2. Structuration du contenu pédagogique

Après avoir identifié la stratégie ludopédagogique, nous avons procédé à la structuration de contenu. Le cas échéant, nous avons développé une histoire qui a servi de trame de fond à l'expérience d'apprentissage. Cette histoire a été ensuite structurée en scènes qui formaient le scénario pédagogique.

Puis, nous avons structuré le scénario pédagogique en plusieurs tâches formant un réseau d'événements. Chaque événement a porté sur des activités d'apprentissage ou/et une activité ludique. De même, nous avons identifié les actions à inclure dans l'évaluation des apprentissages.

- L'histoire du jeu sérieux

L'histoire du jeu avait pour objectifs de motiver l'apprenant en lui donnant une mission à accomplir et de créer un fil conducteur pour l'ensemble des actions effectuées dans le jeu. Plus spécifiquement, l'histoire proposée décrivait une agence gouvernementale de cybersécurité fictive qui a subi une attaque informatique massive de la part des pirates inconnus. Certains ordinateurs du réseau informatique sont infectés par des applications malveillantes. Ainsi, le réseau était à l'arrêt complet. Les dégâts potentiels étaient importants. L'apprenant devait prendre alors le rôle d'un expert en sécurité informatique pour identifier les types d'attaques et mettre en place les actions correctives et préventives qui s'imposaient. Autrement, des millions d'utilisateurs seraient impactés. Le but de la mission était d'arrêter l'attaque et de rétablir le système. Ainsi, l'apprenant devait identifier les ordinateurs infectés et les réparer.

L'intégration de l'histoire dans le jeu a été réalisée sous forme de quatre scènes. Premièrement, une scène d'accueil où l'apprenant découvre l'environnement de jeu et apprend la mission. Deuxièmement, une scène principale où l'apprenant investigue et résout les problèmes. C'était essentiellement cette scène qui comprenait le scénario pédagogique et les différentes activités d'apprentissage, de jeu et d'évaluation. Troisièmement, deux scènes : une scène en cas de succès de la mission et une autre scène en cas d'échec.

- Niveaux de jeu et scénario pédagogique

Pour des raisons d'économie de budgets et de temps, le jeu a comporté un seul niveau de jeu. Dans ce niveau, l'apprenant devait se déplacer dans l'environnement 3D du jeu pour trouver douze ordinateurs infectés. Chacun de ces ordinateurs était endommagé par un type d'attaque particulier. De

ce fait, l'apprenant devait les réparer un à un, et par conséquent, acquérir des connaissances sur chacun des types d'attaques informatiques. La navigation dans l'environnement était libre, sans qu'un parcours ne soit imposé.

La réussite de ce niveau conduisait l'apprenant à une scène finale où il pouvait terminer le jeu ou le recommencer afin d'améliorer ses résultats, notamment le nombre de tâches réussies et la durée de complétude de la mission. En cas d'échec, l'apprenant était conduit à une autre scène finale où il pouvait terminer le jeu ou le recommencer à nouveau (nouvelle tentative).

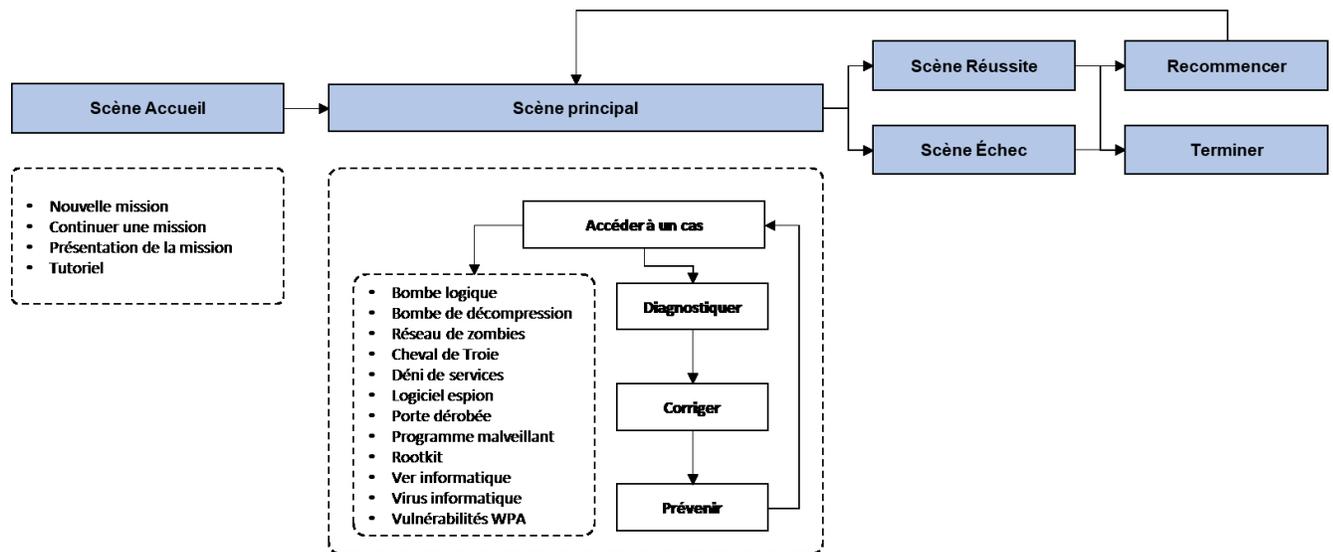
Le scénario pédagogique était structuré en douze unités d'apprentissage, à savoir : bombe logique, bombe de décompression, réseau de zombies, cheval de Troie, déni de services, logiciel espion, porte dérobée, programme malveillant, *Rootkit*, ver informatique, virus informatique et vulnérabilités WPA.

Chaque unité d'apprentissage avait pour objectif de permettre à l'apprenant d'identifier un type d'attaque à partir de la description du problème rencontré, de corriger le problème en choisissant la mesure appropriée et de mettre en place une mesure appropriée de prévention pour éviter le renouvellement du problème. De ce fait, chaque unité était structurée en trois événements d'apprentissage : diagnostiquer, corriger et prévenir.

La figure 19 présente le scénario pédagogique du jeu sérieux. Ce scénario débute par une scène d'accueil pour informer l'apprenant de la mission. Dans la scène principale, l'apprenant explore les différents cas (12 cas au total). Selon le résultat obtenu, l'apprenant est conduit à une scène de réussite ou d'échec. En l'occurrence, nous avons défini un critère de réussite de la mission qui est de résoudre 75% des douze cas proposés, dans une durée ne dépassant pas une heure.

Figure 19

Scénario pédagogique du jeu sérieux *Alerte!*



- Activités d'apprentissage et mécaniques de jeu

Chaque unité d'apprentissage comportait trois tâches : *diagnostiquer*, *corriger* et *prévenir* (figure 19). Pour compléter une tâche, l'apprenant devait réaliser des activités de jeu et d'apprentissage. En termes de jeu, l'apprenant devait se déplacer dans l'environnement afin d'identifier les ordinateurs infectés parmi l'ensemble des ordinateurs de la scène, puis interagir avec cet ordinateur. Lors de ces interactions, l'apprenant était amené à acquérir des connaissances et de les utiliser dans la résolution des problèmes.

L'acquisition des connaissances se faisait selon le modèle de Kolb (2014) d'apprentissage expérientiel. Pour rappel, ce modèle propose un cycle itératif en quatre phases : expérimentation concrète, observation réflexive, conceptualisation abstraite et expérimentation active. En l'occurrence, l'expérimentation concrète est réalisée à travers la tâche *Diagnostiquer*. Dans cette phase, l'apprenant interagit avec un ordinateur infecté pour le réparer. Une animation s'affiche pour lui présenter les

symptômes de l'attaque informatique et des options pour identifier parmi une liste d'attaques celle qui correspond au problème posé. L'apprenant devait choisir alors une option. Une rétroaction est lui envoyée pour s'assurer de la pertinence de son action. C'est la phase d'observation réflexive. Puis, dans la phase de conceptualisation abstraite, l'apprenant doit tirer une conclusion (associer des symptômes à des types d'attaques) et faire des hypothèses sur la meilleure façon de contrer un type d'attaque informatique. Enfin, dans la phase d'expérimentation active. Ces hypothèses sont testées pour résoudre le problème et réparer l'ordinateur infecté, en choisissant parmi les options proposées la mesure de sécurité la plus appropriée au type d'attaque.

L'accès au contenu par l'apprenant se faisait selon deux modalités : le contenu implicite et le contenu explicite. Dans le premier cas, le contenu est présenté au fur et à mesure de la réalisation des tâches en l'intégrant dans les instructions et les rétroactions relatives à chaque cas (type d'attaque). Dans le second cas, le contenu est présenté sous forme d'un glossaire et des fiches portant sur la définition, les caractéristiques et les mesures correctives et préventives relatives à chaque type d'attaque. Pour ce faire, l'apprenant devait afficher, à partir de la barre des menus du jeu, un assistant virtuel sous forme de tablette. Il pouvait également accéder à ces contenus, selon le besoin, lors de la réalisation de la tâche. Des boutons dans les fenêtres des tâches ont été prévus à cet effet.

L'évaluation des apprentissages était intégrée au système de jeu. Elle se faisait à l'issue de l'apprenant lors de la réalisation des tâches. Plus spécifiquement, certaines actions dans le jeu étaient récompensées par des scores et d'autres ne l'étaient pas. Ce sont ces scores qui formaient le résultat dans le jeu. La collecte et la gestion des scores étaient gérées par un algorithme intégré au jeu pour former la couche *gestion des données*.

En outre, la réalisation des activités d'apprentissage était accompagnée par des mécaniques de jeu afin de maintenir la motivation des apprenants et les orienter dans le jeu. Plus spécifiquement, les mécaniques qui ont été implémentées sont :

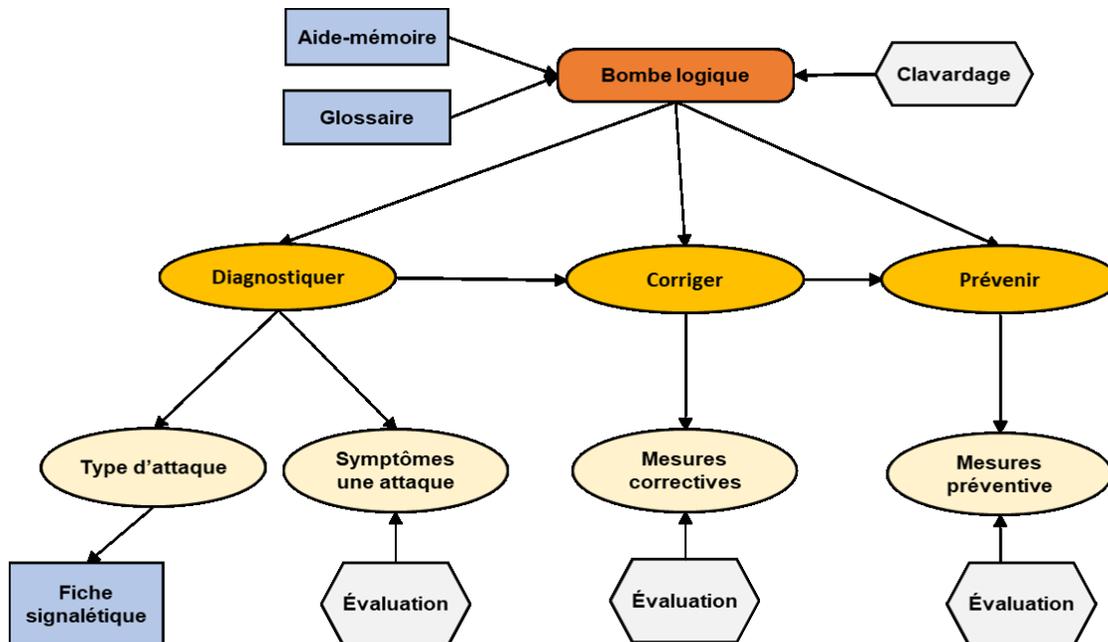
- L'avatar : l'apprenant joue le rôle d'un expert en sécurité et se déplace dans le jeu en première vue (*First Person Shooter*).
- La progression : une barre de progression se met à jour au fur et à mesure de l'avancement du jeu.
- La récompense : pour chaque action correctement réalisée, l'apprenant gagne des points.
- La rétroaction : pour chaque action, le système envoie une rétroaction sous forme de message textuel ou d'animation.
- La carte : une carte de l'environnement de jeu permet à l'apprenant de se situer et naviguer.
- Le tableau d'honneur : les points s'accumulent pour donner un score à chaque partie de jeu. L'apprenant peut accéder à un tableau des 10 dernières missions pour comparer ses performances et apprécier son avancement.
- Le compte à rebours : chaque mission doit se faire en moins d'une heure. Un compte à rebours est affiché pour montrer à l'apprenant le temps écoulé.
- Le clavardage : une option de clavardage (chat) permet à l'apprenant de contacter d'autres apprenants et discuter avec eux ou demander des informations. Pour des raisons techniques (manque de serveur d'échange à temps réel des données) cette option n'a pas été activée dans le jeu.

La figure 20 présente les événements d'apprentissage de l'unité d'apprentissage *Bombe logique*. Tandis que la figure 21 présente une capture d'écran du jeu qui montre la tâche que l'apprenant doit réaliser pour résoudre le problème lié à cette unité.

En définitive, l'étape de structuration du contenu nous a permis de créer la structure détaillée du jeu sérieux en définissant un réseau d'événements de jeu et d'apprentissage qui couvrent les douze unités d'apprentissage. L'étape suivante était de concevoir les interactions qui permettent d'interagir avec l'environnement du jeu et le contenu.

Figure 20

Réseau d'événements d'apprentissage de l'unité Bombe logique



#### 4.1.1.2.3. Conception des interactions

Pour permettre à l'apprenant d'interagir avec le système du jeu sérieux, nous avons procédé à la conception des couches dynamiques de ce système, conformément à l'approche architecturale (Gibbons, 2013), à savoir les couches de représentation, de contrôle et de messages.

- Conception de l'interface graphique (couche représentation)

La conception de l'interface graphique a consisté en l'élaboration de l'environnement de jeu, les outils permettant d'interagir avec cet environnement ainsi que les outils permettant de traiter le contenu.

La figure 22 présente une capture d'écran de l'interface graphique du jeu. Elle montre les différents boutons de gestion et d'interaction avec l'environnement de jeu.

L'environnement du jeu se présentait sous forme d'un environnement 3D qui représente une agence gouvernementale fictive. Cet environnement a été acheté commercialement à partir d'une

plateforme de ressources médiatiques, puis a été adapté pour le besoin du jeu. Parmi ces adaptations, l'ajout de la barre de progression et la barre de menu. Cette dernière contenait les outils de gestion du système du jeu sérieux. Elle comportait les boutons permettant d'accéder aux contenus, de naviguer dans l'environnement et d'afficher l'avancement dans le jeu (barre de progression, tableau des scores et compte à rebours).

- La conception du système de contrôle

Le système de contrôle avait pour objectif de mettre à la disposition de l'apprenant les outils pour interagir avec l'interface graphique et d'entreprendre des actions. Plus spécifiquement, ce système dans le cas du jeu sérieux *Alerte!* avait pour but de permettre le déplacement de l'avatar, l'accès aux contenus pédagogiques, d'interagir avec les objets de l'environnement et de réaliser les tâches de jeu et d'apprentissage.

Compte tenu des choix technologiques que nous avons faits à l'issue de la phase d'analyse (utilisation des ordinateurs et tablettes), le système de contrôle était élaboré autour de l'utilisation du clavier et de la souris et les écrans tactiles des tablettes.

- Conception du système de message

Pour guider l'apprenant dans la réalisation des tâches, un système de message a été créé. Ce système porte sur des messages qui concernent le fonctionnement global du jeu sérieux et prenait la forme d'un tutoriel et des messages contextuels qui concernent l'action en cours. Dans ce dernier cas, les messages ont pris la forme d'instructions textuelles pour inciter l'apprenant à entreprendre une action donnée et des animations visuelles qui ont pour buts d'attirer l'attention de l'apprenant, le guider implicitement et lui renvoyer des rétroactions.

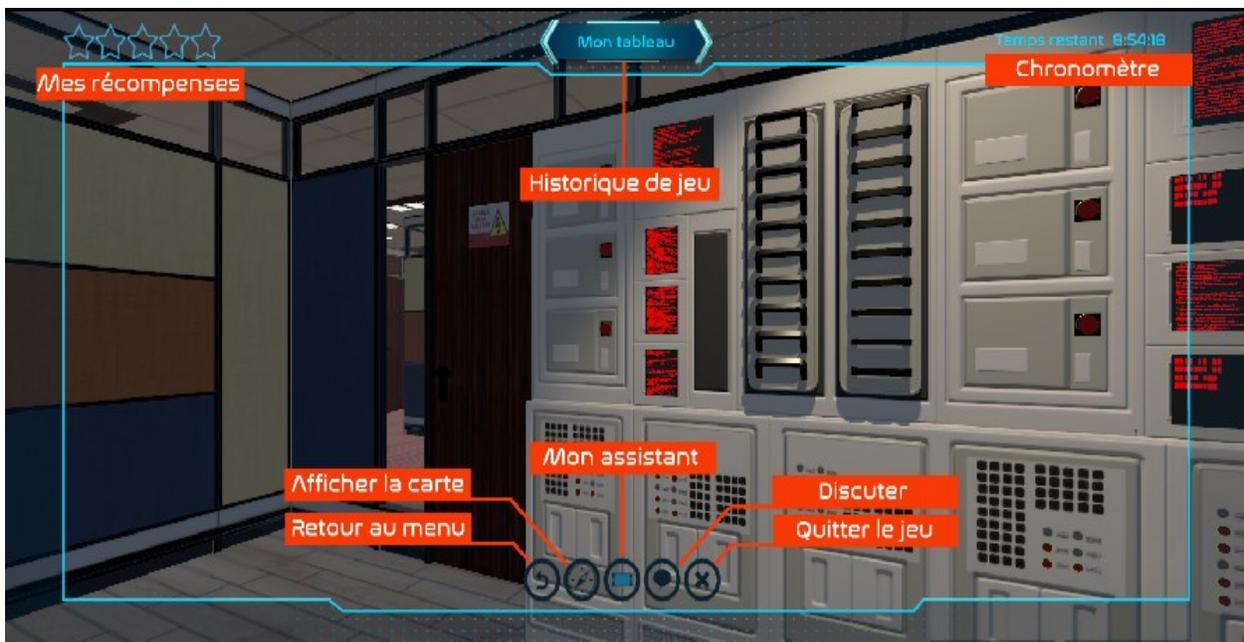
Figure 21

Capture d'écran du jeu *Alerte!* pour la tâche *Diagnostiquer une attaque informatique*



Figure 22

Capture d'écran de l'interface graphique du jeu



#### **4.1.1.3. Phase de développement**

La phase de design nous a permis d'identifier les ressources à préparer pour produire le jeu sérieux. Dans la phase de développement, nous avons créé certaines de ces ressources et acquis d'autres commercialement.

L'intégration de l'ensemble de ces ressources a été faite dans le logiciel de création des jeux Unity3D. Au terme de cette étape, une première version du jeu a été produite.

#### **4.1.1.4. Phase d'évaluation**

Après la production de la première version du jeu, nous avons soumis celle-ci à une série de tests qui ont porté essentiellement sur deux aspects. Premièrement, nous avons réalisé des tests pour identifier et corriger les bogues techniques du système. Deuxièmement, tout au long du processus, nous avons réalisé de nombreuses itérations, d'une part, entre le cadre théorique de la démarche et la méthodologie de design proposée par celle-ci afin de compléter le cadre théorique par des concepts que les choix techniques et pédagogiques font émerger, et d'autre part, entre les différentes phases et étapes de la méthodologie afin d'assurer une cohérence du processus proposé. De même, nous avons présenté, lors des groupes de discussion, le jeu à deux groupes de concepteurs pédagogiques (n=14) afin de collecter leurs commentaires.

En somme, la première étape de la démarche méthodologique (cycle 1) nous a permis de développer un jeu sérieux qui nous a servi de mise à l'épreuve de la démarche du modèle et nous a permis d'apporter plusieurs ajustements à celle-ci le long du processus. En outre, cette étape nous a permis de faire face à quelques défis, leur apporter des solutions et, par conséquent, tirer quelques enseignements en lien avec la démarche de design proposée.

#### **4.1.2. Défis rencontrés et solutions apportées**

Comme le préconise l'approche de recherche orientée par la conception, le processus de design doit être itératif pour ajuster et affiner la solution au fur et à mesure que de nouvelles données liées au

processus émergent. Il doit également être efficient pour optimiser l'utilisation des ressources prévues pour la réalisation d'un projet de développement. Dans ce sens, nous avons rencontré, lors du processus de développement du jeu sérieux *Alerte!*, des défis qui dépendaient des exigences de chacune des phases du processus.

Ainsi, lors de la phase d'analyse, nous avons dû définir un scénario hypothétique pour remédier au manque de données relatives au contexte d'utilisation du jeu à développer, aux caractéristiques de la population et au contenu existant. Ce défi nous a permis d'apprécier l'importance d'inscrire la démarche de design d'un jeu sérieux dans la réalité des futurs apprenants. En l'occurrence, nous avons constaté que l'absence d'une demande bien formalisée ne permettrait que d'être spéculatif en termes d'objectifs et d'impacts du jeu sérieux à développer. De même, le manque d'une population ciblée rend difficiles les choix pédagogiques et techniques à implémenter lors du processus de design.

Puis, dans la phase de design, le grand défi était la sélection des stratégies d'apprentissage et stratégies ludiques et de les intégrer afin de créer une expérience holistique. À cet égard, nous avons constaté que peu de travaux se sont intéressés à cet aspect. Le cas échéant, nous avons essayé à partir de quelques orientations (Kapp et O'Driscoll, 2009; Prensky, 2007) d'élaborer une matrice facilitant le processus de sélection en tenant compte du contexte et des profils des apprenants. Cependant, ces orientations ne reposent que sur des heuristiques et des pratiques professionnelles dont la validité n'a pas été vérifiée empiriquement. Il s'agit là d'une limite de la recherche que nous reprenons dans la section *Conclusion*.

Ensuite, dans la phase de développement, le défi était l'utilisation des outils technologiques pour le développement du jeu sérieux. L'inadéquation des logiciels éditeurs actuels de la technologie éducative et notre méconnaissance des logiciels de développement des jeux vidéo limitaient notre capacité à concrétiser le projet de développement du jeu sérieux *Alerte!*, et par conséquent, la possibilité de tester la démarche. Pour remédier à cette contrainte, nous étions obligés de nous initier au logiciel Unity3D de

développement des jeux. La prise en main de ce logiciel nous a permis d'apprécier l'importance des considérations techniques pour le design des jeux sérieux et l'impact qu'elles peuvent avoir sur les choix pédagogiques à mettre en œuvre lors du processus.

Enfin, après le développement du jeu sérieux, les questions de l'implémentation et d'évaluation, pour collecter des données sur sa pertinence, se sont posées. Le cas échéant, nous n'avons pas diffusé le jeu sérieux *Alerte!* pour deux raisons. Premièrement, l'objectif initial du développement du jeu sérieux n'était pas son utilisation réelle pour des fins d'apprentissage, surtout que nous ne sommes pas partis des besoins d'une population ciblée. Deuxièmement, par manque de compétence technique, nous n'avons pas développé un protocole dans *Unity* qui permet de collecter les données d'apprentissage dans un système de gestion des données de type LRS (*Learning Record Store*) ou d'installer un plugiciel qui permet d'exporter ces données vers une autre plateforme d'analyse des données comme *Google Analytics*.

Cependant, comme nous l'avons souligné dans la méthodologie (*section 3.3.2 – contenu des rencontres*), nous avons présenté, pendant les ateliers de formation et discussion, le jeu sérieux *Alerte!* à des concepteurs pour collecter leurs avis et commentaires, et par conséquent, identifier à partir de leur évaluation du jeu des améliorations à apporter au modèle proposé.

Dans ce sens, la principale remarque qui ressort des commentaires de ces concepteurs, en particulier les experts, est liée à la stratégie d'intégration du contenu aux mécaniques de jeu. Plus spécifiquement, deux concepteurs experts (parmi les 4) ont estimé que la stratégie ludique n'est pas complètement intégrée dans le scénario d'apprentissage. Ils expliquaient que, dans le scénario proposé, l'apprenant est amené à se déplacer dans l'environnement 3D du jeu pour interagir avec le contenu et les objets de l'environnement, mais une fois qu'il est en situation de résolution de problème, il n'y a aucune mécanique de jeu au niveau de la tâche. Une alternative serait de développer davantage les unités d'apprentissage (diagnostiquer, corriger et prévenir) de sorte à leur intégrer des mécaniques de jeu au lieu de se contenter de simples rétroactions, des réponses aux questions ou des propositions d'actions

correctives ou préventives. En l'occurrence, ces aspects liés à l'arrimage des activités de jeu et d'apprentissage et à l'alignement pédagogique ont été mis en exergue également dans les discussions avec les participants lors des rencontres. Nous détaillons davantage ce point dans la présentation des résultats des groupes de discussion (section 4.2.2.4).

Pour conclure, la première étape de la méthodologie a porté sur un cycle itératif de mise en application et tests de la démarche afin de tester celle-ci sur le plan pratique et d'identifier quelques ajustements à lui apporter. Le tableau 17 fait une synthèse du journal de bord de chercheur que nous avons utilisé pour documenter le déroulement des étapes de ce cycle. Il résume les étapes suivies pour le développement des jeux sérieux, les défis rencontrés et les solutions qui y ont été apportées.

#### **4.1.3. Ajustements apportés à la version 1 du modèle**

Conformément à la démarche de recherche orientée par la conception, la solution proposée (modèle de design des jeux sérieux) a été construite théoriquement à partir des principes de design existants avant d'être soumise à des cycles itératifs de tests et d'affinement.

Comme le montre le tableau 17, le premier test itératif de la méthodologie nous a permis de constater, à partir des défis rencontrés, des lacunes de notre modèle. Les solutions apportées à ces lacunes nous ont permis de produire une deuxième version du modèle.

De façon générale, les principales lacunes identifiées de la première version se rattachaient essentiellement à la phase de design du processus. Elles s'articulaient autour de deux aspects liés à la conduite des étapes du processus de design proposé. Le premier aspect porte sur la difficulté de structurer les constituants du système de jeu sérieux selon l'approche architecturale (Gibbons, 2013), alors que le deuxième aspect porte sur la difficulté de formuler la stratégie du jeu sérieux et d'en structurer le contenu.

Plus spécifiquement, le premier aspect est en lien avec le manque d'orientations pour la conception de chacun des éléments constituant le système d'apprentissage, à savoir les sept couches du

système (stratégie, contenu, messages, contrôle, représentation et gestion des données). À cet égard, l'approche de design architecturale (Gibbons, 2013), qui constitue un des fondements de la démarche proposée par cette étude ne définit aucun ordre particulier pour concevoir ces éléments. Elle stipule que les sept couches peuvent être conçues en parallèle et d'une façon plus ou moins indépendante avant d'être intégrées et former un tout cohérent. Or, ce mode de design requiert une expertise affirmée en matière de design pédagogique et, de ce fait, présente des difficultés notables, en particulier pour les concepteurs pédagogiques novices.

Pour remédier à cette lacune, nous avons proposé de structurer la phase de design en trois étapes : formulation de la stratégie ludopédagogique, structuration du contenu et conception des interactions. Ces étapes sont consécutives mais itératives de sorte à permettre le retour à la phase précédente au besoin.

L'avantage de structurer la phase de design de cette façon est de créer un fil conducteur du processus de design qui part du niveau de conception le plus abstrait vers le niveau le plus concret : la stratégie, puis le contenu et enfin les interactions. Ainsi, la première étape a pour but de définir les stratégies pédagogique et ludique du jeu sérieux et de les intégrer pour formuler une stratégie ludopédagogique. De ce fait, elle porte sur la conception de la couche stratégie comme point de départ du processus de design. Puis, dans la deuxième étape, la structuration du contenu s'appuie sur la stratégie ludopédagogique ainsi définie pour intégrer le contenu éducatif (couche *contenu*) et les évaluations (couche *gestion des données*). Enfin, dans la troisième étape, il est question de définir les éléments qui permettent de présenter le contenu à l'apprenant (couche *message*), le représenter visuellement (couche *représentation*) et le dynamiser par l'ajout du moyen d'interagir avec ce contenu (couche *contrôle*).

En outre, le deuxième aspect en lien avec les lacunes de la première version du modèle proposé était le manque d'orientations pour conduire les deux premières étapes de la phase de design, notamment la réalisation des sous-étapes de l'étape de formulation de la stratégie ludopédagogique et

celles de l'étape de la structuration du contenu. Plus spécifiquement, il était question de répondre aux questions : 1) comment à partir d'une stratégie ludique et une stratégie pédagogique, formuler une stratégie cohérente ? et 2) comment intégrer le contenu éducatif et le contenu ludique en un tout cohérent?

Pour remédier à ces limites, nous avons développé des matrices permettant, à partir des données de la phase d'analyse, de sélectionner une stratégie ludique (genre de jeu), une stratégie pédagogique et d'intégrer les deux stratégies pour formuler une seule stratégie cohérente. De même, nous nous sommes appuyés sur des techniques de design des jeux (*game design*) pour structurer le contenu sous forme d'une histoire qui sert de trame de fond aux activités d'apprentissage, de jeu et d'évaluation, et par conséquent, constituer un cadre intégrateur de l'expérience d'apprentissage.

Par ailleurs, les ajustements apportés à la première version du modèle nous ont permis de compléter et d'enrichir le cadre théorique par de nouveaux principes de design inspirés des théories d'apprentissage, de motivation et de design des jeux. Il en résulte le cadre théorique présenté dans le deuxième chapitre de cette étude. De même, ils nous ont permis de produire une deuxième version du modèle (figure 23) pour la soumettre aux concepteurs qui ont participé aux ateliers de formation et de discussion lors du deuxième cycle de la méthodologie de collecte des données. On peut y noter une organisation plus structurée de l'ensemble de la phase de design maintenant organisée en trois étapes détaillées :

1. Formulation de la stratégie ludopédagogique
  - a. Choisir une stratégie pédagogique
  - b. Choisir une stratégie ludique (genre de jeu)
  - c. Formuler une stratégie ludopédagogique
2. Structuration du contenu pédagogique
  - a. Élaborer une histoire comme concept intégrateur

- b. Définir les activités d'apprentissage, de jeu (ludique) et d'évaluation
  - c. Créer le réseau d'événements d'apprentissage
3. Conception des interactions
- a. Concevoir le système de contrôle
  - b. Concevoir le système de message
  - c. Concevoir l'interface graphique (représentation).

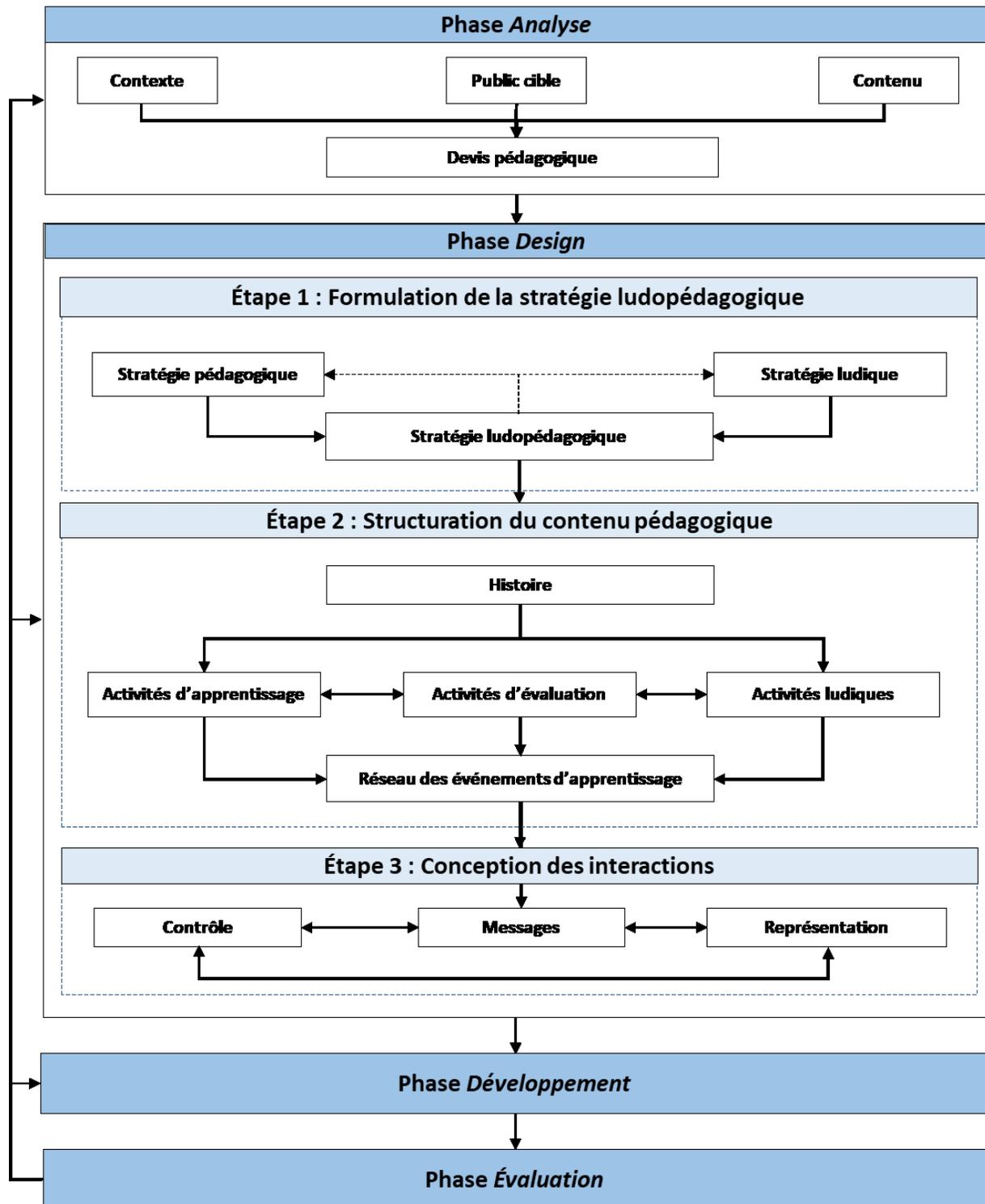
Tableau 17

## Synthèse des décisions du journal de bord de chercheur

Étape	Défis rencontrés	Solutions apportées
<b>Analyse</b>		
Analyse du contexte	<ul style="list-style-type: none"> <li>Absence d'une demande formalisée de la solution</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Créer un scénario hypothétique d'une demande de formation</li> </ul>
Analyse du public cible	<ul style="list-style-type: none"> <li>Il n'y a pas de public cible identifié</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Choisir un public cible de niveau postsecondaire pour simplifier la conception du scénario pédagogique. Les jeux pour apprenants des niveaux primaires ou secondaires ont plus d'exigences en matière d'intégration des activités d'apprentissage et de jeu</li> </ul>
Analyse du contenu	<ul style="list-style-type: none"> <li>Quel thème traiter?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Choisir un thème d'actualité dont le contenu est facile à trouver : sécurité informatique</li> </ul>
<b>Design</b>		
Concevoir l'architecture à haut niveau de la solution	<ul style="list-style-type: none"> <li>L'approche architecturale (AR) n'est pas spécifique au jeu sérieux. Elle ne définit pas un ordre pour la conception des 7 couches</li> <li>Manque d'orientations pour formuler une stratégie à la fois ludique et pédagogique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Structurer la démarche de design en trois grandes phases dont chacune porte sur des étapes en relation avec la conception d'une couche particulière du système</li> <li>Définir une logique de progression du processus de design en commençant par la stratégie, puis le contenu et enfin les interactions</li> <li>Développer des matrices pour définir une stratégie ludopédagogique (tableaux 8,9,10 et 11)</li> </ul>
Créer les activités d'apprentissage	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comment intégrer les activités d'apprentissage et de jeu?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Intégrer les activités dans une structure narrative en se basant sur le modèle du voyage de héros</li> <li>Fonder le scénario pédagogique sur le modèle d'apprentissage expérientiel</li> </ul>
Planifier les activités d'évaluation	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comment intégrer les activités des évaluations des acquis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Planifier une évaluation furtive (<i>stealth assessment</i>)</li> </ul>
<b>Développement</b>		
Créer les ressources médiatiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>Développer des ressources 3D est coûteux et demande beaucoup de temps</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Acquérir commercialement des ressources 3D</li> <li>S'initier au logiciel Unity3D pour intégrer les ressources</li> </ul>
<b>Implémentation</b>		
Tester la solution avec des apprenants	<ul style="list-style-type: none"> <li>La solution ne peut être déployée sur un LMS</li> <li>Il n'y a pas de groupe pilote pour tester la solution</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tester la solution avec un groupe de 10 concepteurs pédagogique</li> </ul>
<b>Évaluation</b>		
Évaluer l'impact de la solution	<ul style="list-style-type: none"> <li>Il n'y a pas d'apprenants pour évaluer l'impact de la solution à terme</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aucune évaluation d'impact n'a été conduite</li> </ul>

Figure 23

Version 2 de la démarche proposée de design des jeux sérieux (la version 1 est illustrée dans la figure 15)



## **4.2. Résultats du deuxième cycle : évaluation du modèle avec les praticiens**

La deuxième phase de notre démarche méthodologique a consisté en l'évaluation de la deuxième version du modèle (figure 23) avec des praticiens à travers des groupes de discussion. Dans cette section, nous décrivons la démarche d'analyse et de traitement des données ainsi que les résultats qui en ressortent.

### **4.2.1. Traitement des données collectées lors des groupes de discussion.**

L'analyse des données collectées lors des entrevues des groupes de discussion a consisté en une analyse de contenu, soit « une méthode de classification ou codification des divers éléments du matériel analysé, permettant à l'utilisateur d'en mieux connaître les caractéristiques et la signification » (L'écuyer, 1990, p. 9). Plus précisément, notre objectif était de « faire ressortir les différentes idées maîtresses contenues dans le matériel recueilli, les différents éléments constitutifs du phénomène étudié, etc.» (L'écuyer, 1990, p. 16), ce que van der Maren (2004) appelle l'analyse thématique.

Le cas échéant, cette phase s'est déroulée, comme le préconise van Der Maren (2004), en trois étapes : l'analyse du matériel recueilli, l'examen des données et la transformation des données. Elle a été facilitée par l'utilisation du logiciel *QDA Miner* qui est un logiciel disponible à l'Université de Montréal et qui présente l'avantage de la puissance d'analyse et la simplicité d'utilisation (Roy et Garon, 2013).

Plus spécifiquement, dans la première étape de l'analyse de contenu, il était question de transcrire les entrevues de groupes afin d'extraire les données du matériel recueilli, en veillant à séparer les informations utiles du « bruit », puis à organiser ces données de sorte à faciliter leur exploitation (van der Maren, 2004). Cette étape s'est soldée par la constitution d'un corpus qui porte sur quatre cas. Un cas étant le verbatim d'un des groupes ayant participé à la recherche (débutant, mixte et expert). Le cas échéant, après une première lecture et analyse, nous avons regroupé les verbatims de deux rencontres avec les groupes débutants en un seul cas, et ce, vu les similitudes entre ces groupes en matière d'expertise de design des jeux sérieux et le nombre réduit des participants d'un de ces groupes, qui était

constitué seulement de deux participants. Ce regroupement n'a pas affecté les résultats, mais il a facilité l'analyse et la présentation de ceux-ci.

Ensuite, nous avons procédé à la codification du corpus de données. À cet effet, nous avons opté pour un codage mixte qui, selon van der Maren (2004), se fait à partir d'une grille ou d'un cadre de référence de base, mais qui reste ouvert aux compléments par l'ajout de codes afin de prendre en compte l'information non prévue mais accessible et fournie. En l'occurrence, nous avons, à partir des questions spécifiques de la recherche et des questions du guide d'entrevue, établi une première liste des thèmes. Ces thèmes ont été ensuite regroupés en catégories susceptibles de répondre à nos questions de recherche.

Afin de s'assurer de la fiabilité du codage tel que recommandé par van der Maren (2004), le corpus a été également codé par un second codeur. À cet effet, nous a fait appel à un doctorant en sciences d'éducation qui est déjà formé à l'analyse qualitative des données et qui est familier avec les théories et modèles de design pédagogiques. L'objectif étant de tirer profit de ses connaissances en design pédagogique pour produire des codes qui reflètent au mieux les unités de signification du corpus de données.

Par la suite, nous avons comparé notre liste des codes à celle du codeur externe, puis discuté les désaccords du codage. Cette comparaison nous a permis de revoir les définitions des thèmes jusqu'à l'atteinte d'un taux de concordance interjuges ( $\text{nombre d'accords} / (\text{nombre d'accords} + \text{nombre de désaccords})$ ) qui dépasse 85%.

Dans la deuxième étape de l'analyse de contenu, nous avons procédé à l'examen des données obtenues à partir de l'analyse du matériel recueilli afin d'en décrire le contenu. À cet effet, nous avons organisé les données sous forme de matrices pour en décrire la forme et la structure. Chaque matrice a mis en relation les thèmes des catégories provisoires que nous avons identifiées et les groupes participant à l'étude.

L'examen de ces matrices nous a permis de tracer un premier portrait des données qui décrit la couverture du matériel recueilli des questions de recherche, les thèmes abordés par chaque groupe de participants, les récurrences et les divergences des thèmes, ainsi que les manques potentiels d'informations. Le tableau 18 présente ce portrait en mettant en évidence les taux de couverture des catégories provisoires et des thèmes de codage des groupes de participants.

Dans la troisième étape de l'analyse de contenu, nous avons procédé au traitement des données qui a consisté en des transformations de données afin de produire des résultats (van der Maren, 2004). Ce traitement s'est fait en deux temps.

Dans un premier temps, nous avons transformé les données brutes en résultats. En l'occurrence, nous avons procédé à de nouveaux regroupements des thèmes et des catégories afin de synthétiser les données et produire des résultats plus généraux qui nous ont permis d'avoir une vue globale des résultats. À cet effet, comme le montre le tableau 19, nous avons réduit les huit catégories provisoires en quatre nouvelles catégories et avons regroupé les codes provisoires pour avoir des thèmes plus génériques.

Plus spécifiquement, nous avons regroupé les catégories *Évaluation de la démarche*, *Outils de la démarche* et *Fondements théoriques* sous la catégorie *Utilité de la démarche* qui renseigne sur la pertinence de la démarche pour le design des jeux sérieux, ses points faibles et les améliorations potentielles, la pertinence des outils qu'elle propose ainsi que la pertinence de ses fondements théoriques pour soutenir les décisions pédagogiques des concepteurs. De même, nous avons regroupé les catégories *Processus de design*, *Étapes du processus* et *Qualité de design pédagogique* sous la catégorie *Principes de design* pour avoir une catégorie qui renseigne sur les caractéristiques, les conditions et les étapes du processus de design. Enfin, nous avons créé une nouvelle catégorie *Application de la démarche* qui regroupe des codes de la catégorie *Ergonomie de la démarche* et des codes des catégories *Outils de la démarche* et *Parties prenantes* pour avoir une seule catégorie qui porte sur les conditions de mise en œuvre de la démarche proposée par notre modèle.

En outre, nous avons regroupé les 41 codes provisoires pour aboutir à 17 nouveaux codes plus génériques. Ce regroupement avait pour objectif, d'une part, de nous conformer aux définitions des quatre nouvelles catégories et, d'autres part, de réduire le niveau de détail des codes provisoires afin de produire des unités de signification plus génériques et plus faciles à analyser. Un exemple de ce regroupement est le code *Alignement-Arrimage de jeu* qui a regroupé les codes provisoires *Alignement-Arrimage*, *Finalité pédagogique et objectifs*, *Stratégie pédagogique-Stratégie de jeu*, *Association apprentissage-jeu*.

Le regroupement des codes, qui s'est fait à l'aide du logiciel *QDA Miner*, a eu comme impact l'accroissement des nombres occurrences de certains codes, soit le nombre de fois où un code a été cité par un participant lors de la discussion en groupe. De ce fait, nous avons supprimé le codage des unités de signification qui étaient en double ou lorsqu'elles se chevauchaient pour préserver la fiabilité du codage et éviter toute inférence erronée à cause de la dimension quantitative des occurrences.

Par la suite, dans un deuxième temps de l'étape de transformation des données, nous nous sommes appuyés sur ces regroupements et transformations pour produire des nouvelles synthèses. Plus spécifiquement, nous avons identifié, à partir des nouvelles catégories du codage, quatre dimensions qui ressortent de l'analyse des données ainsi que les thèmes qui se rattachent à chaque dimension. Puis, nous avons synthétisé, pour chaque thème, les commentaires des participants des trois groupes.

Dans la section qui suit, « *Présentation des résultats des groupes de discussion* », nous présentons ces synthèses.

Tableau 18

*Occurrences et taux de couverture des codes en fonction des catégories provisoires et des groupes de discussion (cas)*

Catégorie provisoire	Code	Nombre d'occurrences	% du code	Nombre de cas couverts	Couverture des cas
Évaluation de la démarche	Pertinence	14	4,4%	3	100%
	Points forts	11	3,5%	3	100%
	Points faibles	4	1,3%	2	66,7%
	Améliorations	8	2,5%	3	100%
	Comparaison de la démarche	13	4,1%	3	100%
Processus de design	Parallèle ID/GD	2	0,6%	2	66,7%
	Efficience	3	1,0%	3	100%
	Itérations	10	3,2%	3	100%
	Collaboration	10	3,2%	2	66,7%
	Intégration autres techniques	5	1,6%	2	66,7%
Étapes du processus	Étape Analyse	8	2,5%	3	100%
	Étape Évaluation	8	2,5%	3	100%
	Étape Prototype	8	2,5%	2	66,7%
	Enchaînement des étapes	4	1,3%	3	100%
	Étape - Composantes	9	2,9%	3	100%
Outils de la démarche	Jeu de cartes	11	3,5%	3	100%
	Diagramme	3	1,0%	2	66,7%
	Technologie	10	3,2%	3	100%
Ergonomie	Prise en main	18	5,7%	3	100%
	Application de la démarche	5	1,6%	2	66,7%
	Déploiement de la démarche	4	1,3%	3	100%
	Adaptation au contexte	8	2,5%	2	66,7%
Parties prenantes	Besoins de l'apprenant	5	1,6%	2	66,7%
	Profils des apprenants	13	4,1%	3	100%
	Place de l'apprenant	5	1,6%	2	66,7%
	Prérequis du concepteur	12	3,8%	3	100%
	Compétences du concepteur	8	2,5%	3	100%
	Expérience de jeu	1	0,3%	1	33,3%
	Prise de décision	3	1,0%	3	100%
	Relation avec autres PP	20	4,8%	3	100%
	Autres parties prenantes	1	0,3%	1	33,3%
Fondements théoriques	Apprentissage	15	4,8%	2	66,7%
	Motivation	10	3,2%	3	100%
	Finalité pédagogique	2	0,6%	2	66,7%
Qualité de design pédagogique	Finalité pédagogique - Objectifs	2	0,6%	2	66,7%
	Évaluation formative	3	1,0%	1	33,3%
	Alignement - arrimage	13	4,1%	3	100%
	Stratégie pédagogique	2	0,6%	2	66,7%
	Stratégie ludique	2	0,6%	2	66,7%
	Structure narrative	4	1,3%	2	66,7%
	Mécaniques - Structure de jeu	12	3,8%	3	100%
Association Apprentissage / jeu	11	3,5%	3	100%	

Nombre d'occurrences : nombre total de fois où le code a été utilisé pour l'ensemble des groupes (cas)

% du code : pourcentage de codage associé avec un code donné

Nombre de cas couverts : nombre de cas (groupes) où le code a été utilisé

Couverture des groupes (cas) : pourcentage des groupes (cas) contenant le code

**Tableau 19**

*Occurrences et taux de couverture des codes en fonction des catégories et des groupes de discussion (cas) après le regroupement des thèmes*

Catégorie	Thème	Nombre d'occurrences	% du code	Nombre de cas	Couverture des cas
Utilité de la démarche	Pertinence de la démarche	32	12,5%	3	100%
	Améliorations - Points faibles	9	3,5%	3	100%
	Outils de la démarche	14	5,4%	3	100%
	Fondements théoriques	19	7,4%	3	100%
Parties prenantes	Place de l'apprenant	19	7,4%	3	100%
	Relation avec autres PP	20	7,8%	3	100%
Principes de design	Alignement - arrimage	27	10,5%	3	100%
	Structure et mécaniques de jeu	13	5,1%	3	100%
	Association Apprentissage / jeu	13	5,1%	3	100%
	Intégration autres techniques	5	1,9%	2	66,7%
	Analyse du contexte	6	2,3%	2	66,7%
	Itérations	20	7,8%	3	100%
Application de la démarche	Prise en main	17	6,6%	3	100%
	Prérequis - Compétences du concepteur	18	7,0%	3	100%
	Collaboration	9	3,5%	2	66,7%
	Adaptation au contexte	12	4,7%	3	100%
	Technologie	9	3,5%	3	100%

Nombre d'occurrences : nombre de fois le code a été utilisé pour l'ensemble des cas

% du code : pourcentage de codage associé avec un code donné

Nombre de cas couverts : nombre de cas (groupes) où le code a été utilisé

Couverture des cas : pourcentage des cas contenant le code

#### **4.2.2. Présentation des résultats des groupes de discussion**

Le traitement des données des groupes de discussion a fait ressortir quatre dimensions en lien avec l'évaluation du modèle par les participants. Ces dimensions, qui correspondent à nos principales catégories de codage, portent sur l'utilité de la démarche, les conditions de sa mise en application, les parties prenantes à impliquer dans la démarche ainsi que le processus de design pédagogique qui s'y rattache.

Dans les sections qui suivent, nous présentons la synthèse des résultats d'analyse des données collectées des participants des trois groupes de discussion en lien avec chacune de ces dimensions, tout en mettant en évidence les similarités et les divergences entre les participants.

##### **4.2.2.1. Utilité de la démarche**

L'utilité de la démarche porte sur sa pertinence pour les concepteurs des jeux sérieux, ses points forts et limites, la pertinence des outils que celle-ci propose pour faciliter son utilisation, ainsi que les améliorations à lui apporter.

Comme le montre le tableau 20 des occurrences des codes liés à la catégorie *Utilité de la démarche*, les participants des trois groupes (débutant, mixte et expert) tendent à s'accorder sur la pertinence de la démarche du modèle proposé (24 occurrences). De même, ce tableau montre certaines différences en matière des occurrences liées aux autres thèmes de la catégorie, soit les améliorations et points faibles de la démarche, la pertinence des outils qu'elle propose, ainsi que ses fondements théoriques.

Dans ce qui suit, nous développons davantage ce qui ressort de l'analyse thématique de chacun des thèmes de la catégorie *Utilité de la démarche*.

Tableau 20

*Occurrences des codes de la catégorie Utilité de la démarche par groupe de participant*

Dimensions de la catégorie : Utilité de la démarche	Nombre d'occurrences / groupe			Total
	Débutants (n=8)	Mixte (n=10)	Experts (n=4)	
Pertinence de la démarche	9	11	4	24
Améliorations - Points faibles	1	6	2	9
Outils de la démarche	7	3	4	14
Fondements théoriques	5	10	4	19

- **Pertinence de la démarche**

Les résultats suggèrent que la démarche permet de répondre à des besoins variés des concepteurs pédagogiques en matière de design des jeux sérieux. De nombreux participants des trois groupes ont souligné cette pertinence en évoquant des raisons qui varient selon le contexte professionnel et les besoins spécifiques de chaque groupe.

Plus spécifiquement, pour des participants du groupe débutant (n=5/8), la démarche offre un cadre qui se rapproche des cadres conceptuels familiers utilisés dans le domaine de design pédagogique (*instructional design*) comme ADDIE et MISA (Paquette, 2002). Ce qui permet à ces concepteurs de capitaliser sur leurs expertises actuelles afin de développer la nouvelle expertise liée au design des jeux sérieux. De même, ces participants ont mentionné que la démarche leur permet une compréhension de la structure d'un jeu sérieux, notamment en explicitant les éléments de cette structure et les composants constituant le système, à savoir les sept couches du système. L'extrait suivant en témoigne :

*J'aime beaucoup la structure qui est proposée. Je reconnais beaucoup de ce qu'on fait du côté pédagogique et comment l'attacher avec la partie qui nous manque de jeu (participant 1, groupe débutant).*

En outre, deux participants du groupe débutant (n=2/8) ont estimé que la démarche permet de comprendre le fonctionnement, souvent invisible, d'un jeu sérieux en expliquant comment les différents

éléments du jeu interagissent pour faire émerger l'expérience de jeu. De même, des participants de ce groupe (n=4/8) ont souligné que la démarche, par le parallèle qu'elle fait entre le domaine de design pédagogique et le design des jeux, permet de mettre en évidence les similitudes entre les processus des deux domaines, et de ce fait, elle facilite le design des jeux sérieux. Enfin, d'autres participants du groupe débutant (n=3/8) ont avancé que la démarche propose un guide pratique qui permet aux concepteurs de se mettre rapidement en action pour le design d'un jeu sérieux.

Pour des participants du groupe mixte (n=6/10), la démarche constitue un cadre à la fois réflexif et pratique pour la conception des jeux sérieux. Ainsi, sur le plan réflexif, la démarche propose une structure qui permet d'organiser les informations requises pour le design de ces jeux, autour de sept éléments (couches) les constituant. À cet égard, trois participants (n=3/10) ont remarqué que cette structure peut servir également pour développer des dispositifs non ludiques d'enseignement, et par conséquent, les aider à améliorer leurs pratiques de design. De même, ces participants ont avancé que la démarche permet de démystifier les systèmes de jeux sérieux en mettant en évidence les mécanismes ludiques sous-jacents. Sur le plan pratique, des participants du groupe mixte (n=4/10) ont soutenu que le processus de conception proposé par la démarche permet d'explicitier et de lier les aspects pédagogiques et ludiques à intégrer dans un jeu sérieux. De plus, la décomposition de ce processus en étapes et sous-étapes offre un guidage opérationnel du design des jeux sérieux, et conséquemment, elle facilite la prise de décision lors de chacune de ces étapes. Un participant résume bien ces éléments dans l'extrait suivant :

*C'est très structuré. J'aime la manière que tu as constituée avec tes sept éléments [...] Je pense que ça peut faire un bon cadre de départ pour vraiment organiser l'information. Dans ce sens-là, c'est très intéressant pour nous les concepteurs parce qu'on a besoin des cadres réflexifs. Un point que tu as soulevé et qui pique ma curiosité, c'est le fait qu'à travers ça, bien... c'est comme un hyperlien : il y a d'autres choses qui peuvent être révélées dans cette méthode-là. On l'a vu aussi*

*avec l'exercice que tu nous as montré au niveau de débroussailler... décortiquer un peu tous les éléments qui font que c'est un jeu sérieux. (Participant 1, Groupe mixte).*

Pour leur part, des concepteurs experts (n=3/4) ont estimé que le modèle proposé offre un outil complémentaire au modèle industriel qu'ils utilisent. À cet égard, ces participants ont expliqué qu'ils utilisent actuellement une démarche développée en interne (*Game Strom*), qui sert à encadrer les discussions avec les différentes parties prenantes d'un projet, plutôt qu'à un cadre conceptuel de design des jeux sérieux. Plus spécifiquement, ces concepteurs ont expliqué que leur démarche sert de support à la communication, qui a pour objectif principal de présenter la démarche et le processus de design aux parties prenantes afin de gagner leur collaboration, plutôt qu'un support d'aide au design, qui explique aux concepteurs la démarche à suivre pour le design comme c'est le cas de notre modèle. De ce fait, ces concepteurs ont reconnu que, au regard de l'objectif principal de leur modèle et son orientation pratique, leur démarche peut manquer de fondements théoriques pour justifier quelques choix pédagogiques.

Dans le même sens, deux participants du groupe expert (n=2/4) ont estimé qu'un des avantages de la démarche proposée est de suggérer un cadre conceptuel cohérent qui, d'une part, intègre les étapes et les techniques des domaines de design pédagogique et de design des jeux et qui, d'autre part, permet de distinguer entre les éléments liés au jeu et ceux liés à la pédagogie. Ainsi, notre démarche permet de tenir compte à la fois des aspects pédagogiques liés à l'apprentissage et les aspects techniques liés aux processus de design des jeux.

Enfin, ces participants du groupe experts (n=2/4) ont avancé qu'un autre avantage du modèle proposé, comparativement à leur modèle actuel, est de tenir compte des types différents de compétences à développer, par le recours lors de la phase de design, à différents modèles de connaissances (cognitif, affectif, psychomoteur, social). Par contraste, leur modèle met plutôt l'accent sur les domaines cognitif et affectif.

- **Fondements théoriques de la démarche**

Les résultats montrent que les participants des trois groupes ont pu identifier plusieurs théories qui fondent la démarche proposée, comme les théories d'apprentissage expérientiel, d'apprentissage social et de la motivation intrinsèque. Particulièrement, des participants des groupes débutant (n=4/8) et mixte (n=6/10), qui sont en phase de développement des compétences spécifiques au design des jeux sérieux et qui souhaitent disposer des balises théoriques leur permettant de justifier les décisions pédagogiques lors du processus de design, ont mentionné que telles théories offrent un guidage leur permettant de structurer leurs pratiques professionnelles. Toutefois, ces participants ont estimé que ces théories ne doivent pas restreindre les choix pédagogiques lors du design d'un jeu sérieux à un modèle théorique particulier.

Plus spécifiquement, pour des participants du groupe débutant (n=4/8), la démarche propose une assise théorique solide, en insistant notamment sur l'apprentissage expérientiel. De même, le recours au modèle ADDIE, pour structurer les principales phases de la démarche, offre l'avantage d'un cadre théorique éprouvé pour le processus de design pédagogique. Cependant, deux participants de ce groupe (n=2/8) ont avancé que la démarche n'offre pas d'orientations théoriques en ce qui concerne les théories afférentes au jeu. De même, un participant a suggéré de s'appuyer sur les niveaux taxonomiques de Bloom (1956) pour s'assurer de l'alignement pédagogique entre les objectifs, les activités et l'évaluation des apprentissages. Cette suggestion n'a pas fait l'unanimité au sein du groupe, puisqu'un autre participant du même groupe a déclaré qu'il « *irait avec prudence parce ce n'est pas tout le monde qui utilise Bloom* ». De façon similaire, un participant du groupe débutant a mentionné qu'il reconnaît le cycle de Kolb (2014) comme fil conducteur du processus de design proposé. Néanmoins, il a estimé que la démarche pourrait également recourir à d'autres modèles théoriques.

Dans le même ordre d'idées, plusieurs participants du groupe mixte (n=6/10) ont avancé que la démarche doit être dissociée de tout courant théorique. Ils ont estimé qu'il n'est pas nécessaire

d'expliciter les choix théoriques lors du design d'un jeu sérieux, d'une part, pour faciliter la communication avec les clients qui ne s'intéressent généralement pas aux aspects théoriques, et d'autre part, pour ne pas restreindre les choix pédagogiques lors du processus de design. De ce fait, ils ont avancé que le cadre théorique de la démarche ne peut que leur permettre de se situer dans le processus, tandis que les choix pédagogiques doivent être dictés plutôt par les besoins de l'apprenant et les spécificités de la situation pédagogique. Un point de vue qu'un participant a résumé comme suit :

*En fait tu dois aller chercher dans les théories d'apprentissage celle qui correspond à la situation. Elles sont toutes complémentaires. Ça ne devrait pas être déterminé par, moi je trouve, par d'autres préférences. Ça doit être déterminé par les préférences d'une garantie [...] d'apprentissage [pour] de l'apprenant. (Participant 4, Groupe mixte)*

En outre, un participant du groupe mixte a aussi avancé que les choix et stratégies pédagogiques doivent s'inspirer de ce qu'il a appelé « les nouveaux paradigmes » en faisant référence aux pédagogies constructivistes. À cet égard, plusieurs participants de ce groupe (n=6/10) ont soutenu que, au lieu de s'imposer une perspective ou un modèle théorique particuliers, il serait pertinent d'avoir quelques principes de design pédagogiques qui guident implicitement la démarche mais sans que ces principes s'imposent comme une trame rigide au processus de design. D'après ces participants, c'est la manipulation des stratégies pédagogiques qui doit prévaloir. L'extrait suivant illustre ce point de vue :

*Je veux que [avec] ce jeu-là, l'apprenant apprend par lui-même en apprentissage de découverte, aussi, avec la collaboration, avec les pairs [...] Je pense que, en réflexion, c'est comme logique et naturel qu'on les fasse [les principes de design], mais parler des principes un peu plus strictement, on le fera pas, je pense. Dans le flux de travail, vraiment, notre réflexion et le temps qu'on a pour concevoir, non, je ne pense pas. Mais, les stratégies, je pense que c'est important, et les stratégies comme telles demandent déjà le respect de certains principes à respecter. (Participant 7, Groupe mixte)*

En outre, trois participants du groupe mixte (n=3/10) ont montré un grand intérêt pour la théorie du flux. Ces participants ont mentionné que cette théorie est déterminante pour intégrer le contenu avec les éléments du jeu. Cependant, ils se sont questionnés sur la manière d'opérationnaliser les principes de cette théorie et d'aboutir à l'impact souhaité, comme l'illustre l'extrait suivant :

*Pour moi, ça m'a vraiment clarifié comment je pouvais combiner les deux mondes. Le défi étant de le faire. L'autre chose qui, par contre, je trouve qui était peut-être, qui serait à attacher c'est lorsque tu nous as parlé du canal du flux. [...] Ça serait intéressant de le voir. À savoir, c'est un élément de game, mais c'est un élément aussi qui est important pour nous à la formation, [que] je ne serais pas trop où me préoccuper, parce que si je m'en préoccupe dès le départ, je vais me bloquer tout de suite. (Participant 3, Groupe mixte)*

De leur côté, deux participants du groupe expert (n=2/4) ont plutôt insisté sur le rôle de deux théories de motivation et de design des jeux, soit les théories d'autodétermination (Ryan et Deci, 2000) et de la rhétorique procédurale (Bogost, 2007), qui inspirent leur démarche actuelle. Plus spécifiquement, un participant de ce groupe (n=1/4) a expliqué que la théorie d'autodétermination (Ryan et Deci, 2000) contribue fortement à la conception des expériences motivantes parce qu'elle permet d'identifier trois besoins basiques pour la motivation intrinsèque que le jeu permet de satisfaire, soit le besoin de compétence, le besoin social et le besoin d'autonomie. De même, il a suggéré d'opérationnaliser le concept de la rhétorique procédurale (Bogost, 2007), qui explique comment exprimer des idées à travers le système, les règles et les mécaniques de jeu, afin d'intégrer harmonieusement le contenu éducatif dans la structure de jeu.

Par ailleurs, à l'instar de plusieurs participants des groupes débutant et mixte, deux participants du groupe expert (n=2/4) ont estimé que les fondements théoriques, permettent, certes, d'orienter le processus de design, mais ne doivent pas retreindre les choix ludiques et pédagogiques ou constituer un obstacle à la créativité. Ce point de vue suggère que les concepteurs sont conscients, d'une part, de la

difficulté d'application directe des cadres théoriques pour le design des jeux sérieux et, d'autre part, de l'impertinence d'application des théories au détriment de l'équilibre entre la motivation intrinsèque et l'atteinte des objectifs d'apprentissage lors du processus d'apprentissage par ces jeux. À cet égard, comme nous l'avons souligné dans la problématique (section 1.4), rappelons que l'une des limites des modèles actuels de design des jeux sérieux consiste en une lacune d'intégration des attributs ludiques du jeu avec le contenu éducatif de sorte à créer une expérience holistique.

- ◆ **Pertinence des outils d'aide proposés par la démarche**

Rappelons d'emblée que pour faciliter et soutenir l'application de la démarche de notre modèle, nous avons développé deux outils d'aide au design. Le premier outil consiste en un visuel, sous forme de diagramme, qui représente les phases et les étapes du processus de design que nous proposons. Le deuxième outil est un jeu de 46 cartes dont chacune guide une tâche du processus, en définissant les paramètres à respecter ou la procédure à suivre.

La majorité des participants, en particulier ceux des groupes débutant ( $n=6/8$ ) et mixte ( $n=8/10$ ), ont jugé utiles ces outils de soutien et ont estimé que ceux-ci permettent de structurer et d'encadrer la réflexion pendant la phase de design. De même, ces concepteurs ont avancé que les outils proposés peuvent les guider pas-à-pas lors du processus de design, et de ce fait, leur permettre de se situer dans le processus et de se sentir en contrôle de la démarche.

De plus, trois participants du groupe débutant ( $n=3/8$ ) et deux participants du groupe mixte ( $n=2/10$ ) ont estimé que ces outils leur permettent de démystifier le processus de conception des jeux sérieux, et ainsi, leur permettre de démarrer rapidement la phase de design, comme le montre l'extrait suivant :

*Ça va vraiment m'aider dans mes choix de conception... vraiment ... beaucoup... cette présentation-là, ces cartes-là, ... ça va vraiment m'aider [à] concevoir même une formation, sans même avoir*

*un jeu .... je vais avoir des intrigues... je vais pouvoir développer des façons de penser à tous les détails* (Participant 1 – Groupe Débutant).

Cependant, plusieurs participants des trois groupes ont émis des recommandations en ce qui concerne l'association des cartes avec les étapes de la démarche telles qu'elles apparaissent dans le diagramme. Ils avancent que le nombre élevé des cartes (46 cartes) et le code des couleurs pour les distinguer rendent leur correspondance avec les étapes de démarche un peu compliquée. L'extrait suivant d'un participant du groupe mixte illustre bien cette remarque :

*J'aime que tu fasses une relation des couleurs entre ton organigramme ta structure et les cartes pour se retrouver plus facilement. Donc, comme on voit ta structure, on voit les couleurs, on sait à quoi ça sert chacun des éléments, et c'est plus facile de les placer et avoir comme la séquence* (Participant 3 – Groupe débutant).

De leur part, les participants du groupe des experts utilisent un outil similaire (*Game Storm*) pour faciliter la communication avec leurs clients lors de la phase d'analyse. Ce système est composé d'une matrice (*game board*) et un jeu de cartes. Pour deux participants de ce groupe (n=2/4), les outils de la démarche proposés par notre étude présentent l'avantage de tenir compte, à la fois, des profils de joueurs et des types de compétences à développer pour le choix de la stratégie de jeu. Cependant, ils n'établissent pas les liens entre les profils de joueur et des genres de jeu, comme il le fait leur système actuel. Nous reviendrons sur ce point dans le chapitre de *discussion* (section 5.2).

- **Limites de la démarche et améliorations à apporter**

Les résultats révèlent trois limites de la démarche identifiées par les participants des trois groupes. La première est liée au manque d'étapes d'évaluations formatives intermédiaires entre les étapes de la phase de design (*formulation de la stratégie ludopédagogique, structuration de contenu et conception des interactions*). Nous détaillons davantage cet aspect dans la présentation des résultats de la catégorie *Processus de design pédagogique*. La deuxième limite se rapporte à la place de l'apprenant dans le

processus de design. Nous détaillerons aussi ce deuxième aspect dans la présentation des résultats de la catégorie *Relations avec les parties prenantes*.

La troisième limite, comme mentionnée plus haut, porte sur les outils proposés pour soutenir l'utilisation de la démarche, notamment le diagramme présentant les phases et les étapes de la démarche et le jeu de cartes détaillant le déroulement de chacune des étapes. À cet égard, des participants du groupe débutant (n=4/8) et mixte (n=3/10) ont avancé avoir une difficulté à lier les cartes aux étapes correspondantes. Dans ce sens, ils ont proposé d'établir un code de couleurs qui associe chaque étape du processus aux cartes à utiliser pour conduire celle-ci.

Somme de toute, les résultats montrent que la démarche proposée présente des avantages qui facilitent le design des jeux sérieux. De ce fait, elle est pertinente comme outil d'aide au design de ces jeux. Le cas échéant, force-nous est de constater que cette pertinence varie selon le besoin et le contexte professionnel des concepteurs. De même, les résultats font ressortir que la démarche présente principalement trois limites. La première porte sur la forme, notamment sur l'ergonomie des outils d'aide au design (diagramme et jeu de cartes). La deuxième porte sur le manque d'étapes d'évaluation intermédiaires lors de la phase de design et la troisième porte sur l'implication de l'apprenant dans le processus de design. Nous reviendrons sur ces limites qui ont fait l'objet d'ajustements pour améliorer notre modèle dans la section *Discussion* (section 5.2).

Par ailleurs, les résultats révèlent que d'autres considérations influencent la mise en application du modèle proposé. Dans la section qui suit, nous présentons ces considérations dans l'analyse des données de la dimension *Mise en application de la démarche*.

#### **4.2.2.2. *Mise en application de la démarche***

La catégorie *Mise en application de la démarche* relève les éléments relatifs aux conditions de la mise en œuvre de la démarche pour faciliter le design des jeux sérieux. À cet égard, comme le présente le tableau 21, les résultats révèlent que ces conditions s'articulent autour de la capacité des concepteurs

à prendre en main et à opérationnaliser cette démarche (17 occurrences), la possibilité de l'adapter à leurs contextes professionnels (11 occurrences), le moyen de concrétiser les projets de design, à savoir le mode d'organisation des équipes impliquées dans un projet de design (11 occurrences) et la technologie (9 occurrences).

Dans cette section nous présentons l'analyse détaillée de ces thèmes, à savoir les prérequis et compétences du concepteur, l'adaptation de la démarche au contexte, le rapport à la technologie et la collaboration en tant que mode d'organisation.

- **Prérequis et compétences du concepteur**

Les résultats font ressortir l'intérêt que les participants des trois groupes ont accordé au rôle des prérequis des concepteurs et des compétences qu'ils doivent avoir pour réussir la mise en œuvre de la démarche (18 occurrences). Le cas échéant, l'analyse de données fait ressortir une reconnaissance de la part des participants de la difficulté de produire des jeux sérieux de qualité, et ce, même pour les participants experts.

Dans ce sens, l'analyse des données suggère qu'il y a deux grandes compétences que les participants, en particulier des groupes débutant et mixte, souhaitent développer, à savoir la maîtrise du séquençage des phases de la démarche et la maîtrise des techniques de design pédagogique spécifique aux jeux sérieux. Pour le groupe expert, c'est essentiellement ce dernier aspect que les participants souhaitent développer davantage.

**Tableau 21**

*Occurrences des codes de la catégorie Mise en application de la démarche par groupe de participant*

Dimensions de la catégorie : Mise en application de la démarche	Nombre d'occurrences			Total
	Débutants (n=8)	Mixte (n=10)	Experts (n=4)	
Prérequis - Compétences du concepteur	8	6	4	18
Collaboration	7	9		16
Adaptation au contexte	3	14	3	20
Technologie	1	19	6	26

En ce qui concerne la première compétence, soit la maîtrise du séquençement des phases de la démarche, des participants des groupes débutant (n=6/8) et mixte (n=4/10) ont avancé que, au regard de la nouveauté du sujet pour la plupart d'eux, ils se sont rendu compte de la nécessité d'acquérir un ensemble de nouvelles compétences, notamment celles qui se rapportent aux théories de jeux et aux techniques de design des jeux vidéo. L'extrait suivant d'un participant du groupe débutant illustre ce point de vue :

*[Il faut des préalables] à notre niveau. Pour pouvoir le manipuler (le modèle) comme il faut, il faut bien comprendre de quoi tu parles... parce que ça demande, quand même, des connaissances pour pouvoir manipuler le jeu. (Participant 3, Groupe Débutant)*

À cet égard, comme nous l'avons mentionné dans la section *Utilité de la démarche*, des participants des trois groupes ont souligné l'apport de la démarche proposée pour soutenir les concepteurs dans l'acquisition des compétences nécessaires au design des jeux sérieux, notamment en explicitant les éléments constituant un jeu sérieux et son mode de fonctionnement.

Quant au deuxième type de compétences, soit les techniques de design pédagogique spécifiques aux jeux sérieux, l'analyse des données révèle que cet aspect constitue un enjeu important pour l'ensemble des participants, aussi bien les débutants que les experts, comme le montre l'extrait suivant d'un participant du groupe expert :

*Il y a des immenses problèmes parce que quand on regarde les studios de jeux vidéo traditionnels, quand on leur demande de faire des jeux pédagogiques, c'est souvent très mauvais ce qu'ils font, parce que souvent le contenu est mal intégré dans le jeu. Autant quand on prend des concepteurs pédagogiques qui ont zéro expérience dans le jeu, puis qu'on leur demande de faire des jeux, c'est aussi si mauvais. C'est une nouvelle expertise, qui est très (très) (très) difficile à développer. (Participant 1, Groupe expert)*

Dans ce sens, les résultats font ressortir des stratégies que les participants des différents groupes ont suggérées pour développer cette nouvelle expertise. Ainsi, des participants des groupes débutant (n=4/8) et mixte (n=5/10) ont soutenu qu'ils misent sur leurs expertises en tant que concepteurs pédagogiques et leurs connaissances des théories d'apprentissage pour développer les compétences liées au design des jeux sérieux. Des participants du groupe mixte (n=3/10) ont suggéré de mutualiser leurs expertises dans le cadre de projets pilotes. Un de ces participants a estimé que le développement des projets, à des échelles réalisables, d'une façon collaborative et avec les outils qu'ils maîtrisent déjà, leur permettrait de développer d'une façon collective l'expertise recherchée.

De leur côté, deux participants du groupe des experts (n=2/4) ont avancé qu'une fois les rudiments de design des jeux sérieux sont acquis, c'est par la pratique et des tests perpétuels qu'ils améliorent en continu leur expertise. L'extrait suivant d'un participant de ce groupe expert met en évidence ce point de vue :

*Je pense que ces outils-là sont parfaits pour commencer à justement s'initier au domaine, réfléchir de la bonne façon, faire des tests. C'est la meilleure façon d'apprendre le design des jeux. C'est vraiment par la pratique. Il faut faire les jeux, analyser les résultats, voir ça marche, ça marche pas. Tu deviens un bon développeur de jeux quand tu fais beaucoup de mauvais jeux. C'est ça qui permet d'apprendre. (Participant 1, Groupe expert)*

- **Adaptation de la démarche au contexte**

Des participants des trois groupes (débutant, mixte et expert) ont avancé que la démarche offre un cadre souple qui peut être adapté au contexte professionnel de chaque groupe. L'analyse des données collectées suggère que cette adaptation peut se faire surtout en matière de solutions à développer, de méthodologie et de mode d'organisation des équipes de projets.

Ainsi, des participants du groupe débutant (n=3/8) ont mentionné que la démarche s'apprête aussi bien au design des jeux sérieux qu'à d'autres types de dispositifs de formation. Plus spécifiquement,

deux participants de ce groupe (n=2/8) ont avancé que les orientations proposées pour organiser le contenu dans une structure narrative, en se basant sur le modèle de voyage du héros, leur permettrait de concevoir des autoformations plus attractives même si ces dernières n'incluent pas des activités ludiques et des mécaniques de jeu. Ce point de vue ressort dans l'extrait suivant :

*Ça va vraiment m'aider dans mes choix de conception... vraiment ... beaucoup... cette présentation-là, ces cartes-là, ... Ça va vraiment m'aider quand je vais concevoir même une formation, sans même avoir un jeu .... Mais je vais avoir des intrigues... je vais pouvoir développer des façons de penser à tous les détails. (Participant 1, Groupe débutant)*

Le même constat a été fait par trois participants du groupe mixte (n=3/10), comme l'illustre l'extrait suivant :

*En fait, souvent, dans la conception on essaie toujours d'entretenir l'intérêt [de l'apprenant] en maintenant une activité qui va faire qu'il y a un défi de réussir les exercices, où il y a une progression d'activités, donc, ... je pense que ce qu'on a appris, même si on ne fait pas nécessairement du jeu sérieux, on est capable de déjà ... le mettre en application comme par exemple, j'ai déjà vu des leçons que c'était telle histoire ... mon personnage commence la journée [voyage du héros], puis là, on a la journée au complet... c'était juste une espèce de trame, mais là, ça amène d'autres idées. (Participant 2, Groupe mixte)*

Une deuxième possibilité d'adaptation de la démarche au contexte professionnel, qui a été évoquée par des participants des groupes débutant et mixte, est l'intégration d'autres techniques de conception au processus de design. Ainsi, un participant du groupe débutant (n=1/8) a suggéré d'adosser la démarche à une méthode agile de gestion de projet afin d'optimiser le processus et de le rendre plus efficient. En l'occurrence, le projet de design d'un jeu sérieux peut être découpé en plusieurs cycles itératifs dont chaque cycle porte sur des phases de planification, de design et de test. Dans le même ordre d'idées, trois participants du groupe mixte (n=3/10) ont suggéré d'adopter une méthode collaborative de

design selon l'approche de *Design thinking* afin de faciliter le travail des équipes multidisciplinaires (concepteurs pédagogiques, graphistes, concepteurs de jeux, experts de contenus, etc.). En ce qui concerne ce dernier point, plusieurs participants du groupe mixte (n=6/10) ont avancé que les outils offerts par la démarche, notamment le diagramme du processus et le jeu de cartes, offrent un avantage indéniable pour faciliter le processus de réflexion et de planification de ces équipes, notamment en permettant d'identifier les compétences requises à chaque étape du processus.

En outre, deux participants du groupe mixte (n=2/10) ont mentionné que la démarche ne propose pas d'orientations en matière d'organisation des équipes de travail impliquées dans un processus de design d'un jeu sérieux. De ce fait, elle peut être adaptée dans ce sens selon les besoins des concepteurs. Plus spécifiquement, ces participants ont avancé que la démarche offre une structure claire des éléments constituant un jeu sérieux et identifie les tâches liées au volet pédagogique et celles liées au processus technique. Par conséquent, cette structure facilite la configuration des équipes de travail en fonction des ressources humaines disponibles et permet une définition claire des rôles des membres de ces équipes. Ainsi, il est possible d'adapter l'organisation des équipes de travail selon la nature et l'envergure du projet à réaliser.

De leur part, les participants du groupe des experts n'ont pas directement évoqué le besoin ou la possibilité d'adapter notre démarche à leur contexte. Cependant, un participant de ce groupe a déclaré que la démarche leur a permis de constater une lacune du modèle de design qu'ils utilisent, soit le manque de considération de différents types de compétences pour le choix des stratégies de jeu.

- **Collaboration entre les concepteurs**

Comme le présente le tableau 21, les participants du groupe débutant et du groupe mixte ont évoqué la collaboration entre les concepteurs comme facteur pour la mise en application d'une démarche de design des jeux sérieux. Par contraste, ce type de collaboration n'a pas été évoqué par les concepteurs

experts, probablement en raison de leur contexte professionnel en tant que prestataires (experts) de services pour d'autres entreprises et leur mode d'organisation sous forme d'équipe multidisciplinaire.

À cet égard, l'analyse des données a fait ressortir deux modes de collaboration dont il est question. Premièrement, l'ensemble des participants ont insisté sur la collaboration entre les concepteurs des jeux sérieux et les différentes parties prenantes pour la réussite des projets de design des jeux sérieux. Nous détaillons cet aspect de la collaboration dans la section suivante (*Relations avec les parties prenantes*).

Le deuxième mode de collaboration a été mentionné essentiellement par les participants des groupes débutant et mixte. Il porte sur la collaboration entre les concepteurs eux-mêmes afin de développer d'une façon collective l'expertise liée au design des jeux sérieux.

Plus spécifiquement, des participants du groupe débutant ( $n=3/8$ ) ont souligné que le modèle permet d'établir un langage commun entre les pédagogues et les technologues et propose un découpage des tâches entre les deux profils qui facilite la collaboration. Dans ce sens, un de ces participants a proposé d'ajouter à la démarche une répartition des tâches qui définit ce qui appartient aux pédagogues et ce qui appartient aux technologues.

Pour leur part, des participants du groupe mixte ( $n=4/10$ ) ont avancé que le modèle proposé offre un cadre de travail qui facilite le co-développement de l'expertise de design des jeux sérieux puisqu'il décrit le séquençement des étapes de développement d'un jeu sérieux et permet ainsi d'identifier les types d'activités à réaliser et les compétences nécessaires associées. De ce fait, ils ont proposé de se répartir les tâches, développer les compétences manquantes selon les points forts de chaque concepteur, puis de mutualiser leurs efforts dans le cadre de projets multidisciplinaires. Cependant, ces participants n'ont pas jugé pertinent de fixer les rôles des intervenants dans le modèle proposé, afin de permettre à ce modèle une souplesse et la capacité d'adaptation selon différentes configurations organisationnelles.

- **Rapport à la technologie**

Les résultats montrent que la composante technologique est déterminante dans la démarche de design des jeux sérieux. Comme le présente le tableau 21, ce sont les participants du groupe expert qui ont plus insisté sur les aspects techniques liés au design de ces jeux (6/9 occurrences). Dans ce sens, l'analyse des résultats suggère que le rapport à la technologie diffère entre, d'une part, les participants des groupes débutant et mixte, et d'autre part, les participants du groupe expert.

En effet, pour plusieurs participants des groupes débutant (n=5/8) et mixte (n=6/10), la technologie constitue un enjeu majeur et une limite aux possibilités qu'offrent les jeux sérieux. Le cas échéant, ces participants ont avancé que le manque de connaissances en termes des techniques de design des jeux et du processus qui s'y rattache constituerait une barrière à leur adoption des jeux sérieux. De plus, ces participants ont estimé que la collaboration avec des technologues pourrait remédier à cette limite. Plus spécifiquement, ces participants ont soutenu que leur rôle serait de prendre en charge le volet pédagogique et compter sur les concepteurs de jeux pour le volet technique. Toutefois, un participant du groupe débutant a estimé que, même dans ce contexte de collaboration, il ne demeure pas moins vrai que leurs méconnaissances du fonctionnement du jeu vidéo, des genres et des mécaniques des jeux rendent la création des activités d'apprentissage difficile.

De leur part, deux participants experts (n=2/4), qui maîtrisent les techniques de design des jeux, ont soulevé d'autres aspects. D'abord, ces participants ont avancé que la dimension technique ne constitue qu'un aspect parmi d'autres lorsqu'il s'agit de développer un jeu sérieux. Pour ces participants, un des enjeux techniques est de sélectionner le type de technologie le mieux approprié au contexte organisationnel des publics cibles. À cet égard, ces participants ont expliqué qu'il y a différents types et plateformes de technologies dont chacun a des avantages et des limites. De ce fait, la sélection d'une technologie doit être alignée avec les objectifs du projet de développement d'un jeu sérieux. Ensuite, ces participants ont mentionné qu'un autre enjeu technique est l'utilisation de la technologie des jeux vidéo

pour une finalité d'apprentissage, qui est une compétence nouvelle n'ayant pas atteint un niveau élevé de maturité.

Enfin, trois participants experts (n=3/4) ont soutenu que l'alignement entre les profils des apprenants, les types d'activités pédagogique et les mécaniques des jeux est une tâche complexe. En l'occurrence, ces participants ont estimé qu'il ne s'agit pas de sélectionner une mécanique du jeu qu'une technologie offre, mais il faut le faire dans le respect des attentes et préférences des apprenants, les objectifs d'apprentissage et l'infrastructure technologique disponible. D'où une analyse approfondie du contexte d'utilisation du jeu sérieux s'impose avant la phase de design. L'extrait suivant met en évidence ce point de vue :

*C'est vraiment important, pour que ça marche bien, que la mécanique du jeu et le scénario pédagogique soient vraiment intégrés l'un dans l'autre. Ça veut dire vraiment que ce que le joueur fait, c'est ce qui doit apprendre. Sinon, il y a un «disconnect». [...] Donc, c'est clair que c'est vraiment très important de réfléchir à la rhétorique procédurale. Ça veut dire : dans l'interaction entre le jeu et le système, qu'est-ce que le joueur apprend vraiment? (Participant 1, Groupe expert)*

Pour conclure, les résultats de l'analyse des données de la catégorie *Mise en application de la démarche* suggèrent que la qualité de la mise en application de notre modèle dépend de la satisfaction des conditions liées aux compétences des concepteurs (avoir des prérequis et maîtriser les étapes du processus de design), à leurs capacités d'adapter la démarche à leurs contextes professionnels, aux moyens dont ils disposent (disponibilités de l'infrastructure et des ressources de temps et de budget), à leur maîtrise des aspects techniques (capacité à tirer profit de la technologie) et à leur mode d'organisation (configuration des équipes projets selon le besoin) et de la collaboration entre les concepteurs.

Néanmoins, comme nous le présentons dans la section qui suit, les résultats d'analyse des données suggèrent que ces conditions portent aussi sur les relations des concepteurs avec les autres parties prenantes dans un projet de design du jeu sérieux.

#### **4.2.2.3. Relation avec les parties prenantes**

Le tableau 22 présente les occurrences des thèmes liés à la catégorie *Relation avec les parties prenantes*. Il met en évidence l'importance que les participants des trois groupes (débutant, mixte et expert) ont accordée aussi bien à l'implication des apprenants dans le processus de design d'un jeu sérieux que l'implication d'autres parties prenantes. Concernant ce dernier aspect, l'analyse des données suggère que les rôles des parties prenantes, le périmètre et le niveau de leurs implications varient selon le contexte professionnel des participants.

- **Place de l'apprenant dans le processus**

Comme le montre le tableau 22, les participants des groupes de discussions, en particulier ceux des groupes mixte et expert, ont insisté sur l'importance que toute démarche de design des jeux sérieux doit accorder à la place de l'apprenant dans le processus. Cependant, l'analyse des données suggère que le modèle proposé ne fait pas ressortir cette importance. L'extrait suivant illustre bien ce point de vue :

*Pour moi, mon impression est que c'est une approche très « instructional design », donc liée à MISA, liée à ADDIE, puis tout ça. [...] peut-être, ça serait intéressant de changer un peu le paradigme. C'est-à-dire de partir de l'apprenant au lieu de partir de la conception, parce que je trouve qu'on s'intéresse beaucoup au dispositif, mais je n'ai pas entendu souvent Apprenant dans la méthode (participant 7- groupe mixte).*

**Tableau 22**

*Occurrences des codes de la catégorie Relation avec les parties prenantes par groupe de participant*

Relation avec les parties prenantes	Nombre d'occurrences/ groupe			Total
	Débutants (n=8)	Mixte (n=10)	Experts (n=4)	
Place de l'apprenant	2	8	9	19
Relation avec autres PP	4	6	10	20

En outre, trois participants du groupe débutant (n=3/6) ont mentionné que la démarche n'offre qu'un guidage minimal pour le choix des genres de jeux, comme stratégies ludiques ou des mécaniques de jeu pour les activités, selon les profils des apprenants. D'autres participants du groupe mixte (n=5/10) sont allés dans le même sens et ont recommandé de détailler davantage cet aspect. Plus spécifiquement, ils ont recommandé d'explicitier les liens qui peuvent exister entre les caractéristiques des apprenants, notamment les profils de motivation et d'apprentissage, et le choix des genres et mécaniques de jeu.

Pour leur part, deux participants du groupe expert (n=2/4) ont remarqué que, comparativement au modèle de design qu'ils utilisent (*Game Storm*), le modèle proposé ne permet pas de faire de liens directs entre les profils des joueurs et les genres de jeux. En l'occurrence, leur modèle permet de restreindre rapidement le choix du genre du jeu à partir de quelques archétypes prédéfinis en s'inspirant de la segmentation marketing largement utilisée dans le domaine des jeux vidéo. Par contraste, notre modèle permet, certes, à partir des types de connaissances et des profils des joueurs, de faire des propositions quant aux genres susceptibles de répondre aux besoins des apprenants, sans toutefois permettre de définir le genre du jeu à adopter. Ce qui ne permet de diminuer que partiellement le niveau de complexité lié au choix des stratégies ludiques, en particulier quand il s'agit de concevoir un jeu sérieux pour un public cible hétérogène. Ce point de vue ressort dans l'extrait suivant :

*Dans Game Storm, il y a des liens. Quand juste tu vires les cartes de côté, on fait directement le lien [...] Dans notre cas, c'est tout le temps quelque chose de difficile parce que si je prends ici 80 personnes,*

*j'ai beaucoup de publics cibles différents [...] Ce n'est pas uniforme. Donc c'est difficile de dire j'ai des compétitifs ou autres. Dans les jeux vidéo, c'est plus facile parce que quand je fais un jeu, je me dis la niche que je vise c'est Horreur. Donc, je connais Horreur, ils aiment le Metalica. Ils habitent dans les régions du Québec [...] C'est plus facile de réfléchir à mon public cible [...] Ma stratégie marketing est la même. Donc, c'est facile d'être aligné. Mais quand je fais un jeu pédagogique, ils sont obligés de passer à travers mon jeu mais j'ai beaucoup de publics cibles différents. Donc c'est difficile de faire quelque chose qui va faire plaisir à tout le monde. (Participant 1 – Groupe expert)*

Pour conclure, les résultats suggèrent que la relation avec les différentes parties prenantes d'un projet de développement des jeux sérieux constitue un autre facteur important pour la mise en place de la démarche. À cet égard, les apprenants constituent la principale partie prenante pour l'ensemble des participants. Pour plusieurs participants, ces apprenants, en tant que publics cibles, doivent occuper une place centrale dans le processus de design d'un jeu sérieux. Cependant, l'analyse de données suggère que notre modèle ne reflète pas cet aspect. De même, il n'offre pas suffisamment de détails en ce qui concerne la liaison des profils d'apprenants et les types de stratégies du jeu sérieux.

Par ailleurs, les résultats suggèrent aussi que l'implication d'autres parties prenantes est primordiale pour la réussite d'un projet de développement du jeu sérieux et que les rôles de ces parties diffèrent selon le contexte professionnel de chaque groupe de participants.

- **Relations avec d'autres parties prenantes**

L'analyse de données fait ressortir que les participants du groupe débutant identifient, en plus des apprenants, deux parties prenantes supplémentaires, soit les technologues (concepteurs de jeux) et les enseignants ou formateurs. À cet égard, des participants de ce groupe (n=4/6) estiment qu'ils comptent beaucoup sur les technologues pour concrétiser les projets de design des jeux sérieux. Le manque de connaissances techniques oblige. Cependant, un participant de ce groupe se demande si ce

manque de connaissances ne peut entraver leur capacité à accompagner les enseignants dans l'adoption des jeux sérieux. L'extrait suivant illustre cette inquiétude :

*En termes de processus, je pense que c'est clair pour moi, mais seulement je me pose la question si on est concepteur pédagogique et après avoir vu cette méthodologie, si on ne dispose pas de connaissances en programmation comment motiver les enseignants à créer des jeux sérieux comme ça? (Participant 3, Groupe expert)*

Le rôle des technologues, comme partie prenante essentielle pour la concrétisation d'un projet, est mis en évidence par des participants du groupe mixte (n=6/10) également. Dans ce sens, ces participants ont avancé que le modèle permet d'identifier ce qui appartient aux concepteurs pédagogiques, comme les tâches liées à la conception pédagogique, et ce qui appartient aux technologues. L'extrait suivant illustre ce point de vue :

*En fait, nous, il faut vraiment plus se préoccuper de la trame, du fil conducteur, puis les défis des quêtes pour les attacher à nos objectifs, mais pour tout ce qui est des moyens possibles dans les jeux, c'est là que les combinaisons avec les gens de l'industrie vont être vraiment intéressantes (Participant 2, Groupe mixte).*

De leur part, des participants du groupe expert (n=2/4) ont soutenu que, en plus des apprenants, les parties prenantes dans un projet sont essentiellement les experts de contenu et les gestionnaires. Les premiers interviennent lors du processus de design par la présentation et l'explication des contenus à intégrer dans le jeu sérieux. Tandis que le rôle des seconds est bien en amont. Ils commencent dès l'expression du besoin et s'étend jusqu'à l'évaluation du jeu sérieux produit. Ainsi, les gestionnaires ont la charge d'aider les concepteurs à définir le périmètre du projet, définir les besoins et les attentes des apprenants, faciliter le déroulement du processus, valider les différents livrables et implémenter la solution produite.

En outre, des participants experts (n=2/4) ont souligné deux éléments liés la gestion de la relation avec les gestionnaires, à savoir le mode de communication avec ces parties prenantes et les rôles de celles-ci dans la phase de design pédagogique. Concernant le premier élément, les participants ont avancé que leur démarche (*Game Storm*) a été créée surtout pour faciliter la communication avec ces intervenants.

Plus spécifiquement, un participant de ce groupe a souligné que, avec l'expérience et la maîtrise du processus de design des jeux sérieux acquises à la suite de la conduite de plusieurs projets de développement des jeux sérieux, ces concepteurs n'ont plus besoin d'une démarche formalisée qui leur explique les étapes à suivre et les tâches liées à chaque étape. De ce fait, ces concepteurs n'utilisent plus leur démarche (*Game Storm*) comme outil d'aide au design, pour leurs propres besoins, mais plutôt comme un outil de communication pour expliquer aux clients le processus de développement d'un jeu sérieux, et ainsi faciliter l'interaction avec eux lors du processus. L'extrait suivant illustre ce point de vue :

*[Le Game Storm est un outil] de communication / vulgarisation pour les clients, pour avoir un lexique commun, mais toute cette partie-là ici [design pédagogique], quand quelqu'un a de l'expérience, au bout du compte, ça se fait de façon intégrée, automatique. [...] En fait, pour nous, le Game Storm c'est quelque chose qu'on fait naturellement sans y penser. Le fait de structurer ça avec les clients, ça permet aux clients de comprendre c'est quoi le processus de réflexion, comment nous on part d'un entonnoir, d'une idée générique, mais comment on fait pour décider de tel type de mécanique de jeu qui est bien aligné avec le public cible, avec l'histoire. (Participant 1, Groupe expert)*

En lien avec le deuxième élément, soit le rôle des parties prenantes dans le processus, un participant du groupe expert a souligné que, quoique le processus de design d'un jeu sérieux se fasse en collaboration avec les gestionnaires, il ne demeure pas moins vrai que le contrôle sur le projet est du ressort des concepteurs. Plus spécifiquement, le rôle des gestionnaires est plus déterminant pour le cadrage du projet, l'élaboration des profils d'apprenants, la validation des objectifs d'apprentissage et

enfin la validation des livrables. Tandis que pour la définition des stratégies ludiques et pédagogiques et la création des activités d'apprentissage, le participant expert a avancé que ces tâches leurs reviennent, comme il ressort de l'extrait suivant lorsque ce participant parle du modèle *Game Storm* :

*[Le Game Storm], c'est un outil de co-conception. [C'est] pour qu'on puisse travailler avec des parties prenantes, qu'on puisse expliquer le processus. Au bout du compte, on reste les experts. Ils nous paient pour qu'on fasse le projet. Donc, ça nous permet, une fois qu'on a mis la table avec eux, de leur faire des propositions. Donc, nous, dans le fond, on fait cette partie-là [conception générale]. On touche [avec les parties prenantes], un peu à la partie verte [conception détaillée], mais après on arrête. Puis, nous on garde la partie verte [conception détaillée]. (Participant 1, Groupe expert)*

En conclusion, l'analyse des données de la catégorie *Relation avec les parties prenantes* nous permet d'avancer que la réussite d'un projet de développement d'un jeu sérieux repose sur l'implication de plusieurs parties. Le cas échéant, les résultats font ressortir que les apprenants, en tant que publics ciblés, devraient être au centre du processus de design. Toutefois, il est important d'impliquer d'autres parties prenantes comme les experts de contenu, les enseignants ou formateurs, les gestionnaires et les technologues, afin de bien cerner le contexte et les objectifs du projet. À cet égard, les résultats suggèrent que le rôle et la nature d'implication de ces parties prenantes varient selon le contexte professionnel des concepteurs. En l'occurrence, un participant du groupe expert a estimé que les concepteurs devraient tout de même garder le contrôle du processus de design pédagogique. Concernant ce dernier point, soit le processus de design pédagogique, comme nous le présentons dans la section qui suit, les résultats d'analyse des données mettent en évidence des points forts du modèle proposé et des axes d'amélioration.

#### 4.2.2.4. Processus de design pédagogique

La catégorie *Processus de design pédagogique* porte sur les thèmes qui sont en lien avec la finalité et le séquençement des phases et des étapes relatives à la création des activités d'apprentissage d'un jeu sérieux, ainsi qu'aux critères de qualité des livrables de chaque étape.

Le cas échéant, comme le montre le tableau 23 des occurrences des codes de la catégorie *Processus de design pédagogique*, l'analyse des données fait ressortir cinq thèmes qui portent sur trois types de tâches du processus de design.

Le premier type porte sur des tâches qui sont en amont du processus de design, notamment le thème *analyse du contexte de formation*. Le deuxième type concerne des tâches qui portent la conception à haut niveau du jeu sérieux (macro-design), notamment les thèmes en lien avec *l'alignement pédagogique* et *les itérations* du processus. Enfin, le troisième type est en lien avec des tâches de conception pédagogique détaillée des activités d'apprentissage, soit la *Structure et mécaniques de jeu* et *Association apprentissage-jeu*.

Dans cette section, nous faisons la synthèse des résultats selon ces trois types de tâches (micro-design).

**Tableau 23**

*Occurrences des codes de la catégorie Relation avec les parties prenantes par groupe de participant*

Dimensions de la catégorie : Processus de design pédagogique	Nombre d'occurrences / groupe			Total
	Débutants (n=8)	Mixte (n=10)	Experts (n=4)	
<b>Tâches en amont de la phase de design</b>				
• Analyse du contexte	1	1	5	7
<b>Tâches portant sur le processus de design pédagogique</b>				
• Alignement pédagogique	12	7	8	27
• Itérations du processus	8	3	9	20
<b>Tâches de conception détaillée des activités</b>				
• Structure et mécaniques - de jeu	2	7	4	13
• Association Apprentissage / jeu	3	4	6	13

- **Analyse du contexte de formation**

Le thème *analyse du contexte* renvoie à une étape qui commence en amont de la phase de design en vue de déterminer la configuration du projet ainsi qu'un ensemble de choix techniques et pédagogiques pour guider le reste des étapes du processus de design. Dans notre modèle, ce type d'analyse fait partie de la phase *Analyse* qui porte aussi bien sur l'analyse du contexte que sur l'analyse des apprenants et des contenus (section 2.2.1.1, p. 43).

À cet égard, les résultats ont mis en évidence une tendance des participants des trois groupes à s'accorder sur la pertinence de la phase d'analyse que le modèle proposé définit comme première phase du processus de design d'un jeu sérieux. Cependant, ces résultats suggèrent que c'est surtout le volet lié à l'analyse du contexte qui pourrait constituer un enjeu lors de design d'un jeu sérieux, et de ce fait, il pourrait être détaillé davantage dans le modèle proposé. De même, les résultats suggèrent que l'importance accordée à ce type d'analyse et sa nature varie selon le contexte professionnel de chaque groupe.

En effet, comme le montre le tableau 23, ce sont les participants experts qui ont insisté le plus sur l'importance d'une analyse du contexte, en la mentionnant à cinq reprises, comparativement aux participants des groupes débutant et mixte qui ne l'ont évoquée qu'une seule fois.

Plus spécifiquement, pour des participants experts ( $n=2/4$ ), une analyse approfondie du contexte est primordiale pour la réussite d'un projet de design d'un jeu sérieux. À cet effet, ils ont estimé que cette analyse porte généralement sur l'analyse du contexte organisationnel et des ressources disponibles.

Dans ce sens, ces participants ont souligné que l'analyse du contexte organisationnel a pour but d'identifier les attentes des principales parties prenantes dans le projet, en particulier celles du commanditaire de ce projet et de cerner les enjeux, les opportunités et la finalité du projet de développement du jeu sérieux, que ce soit pour l'organisation (entreprise) ou pour les futurs apprenants. De même, elle permet de définir les modes et les modalités existants de formation des publics cibles et

de comprendre les liens entre le nouveau projet et le système d'apprentissage en place. Aussi, elle permet de définir les objectifs de performance de l'organisation et comment ces objectifs peuvent être déclinés en objectifs d'apprentissage.

En outre, pour ces participants experts (n=2/4), le deuxième volet de l'analyse du contexte porte sur les ressources disponibles pour mener le projet. À cet égard, ils ont avancé que l'infrastructure technologique et le budget alloué au projet ont un impact majeur sur les choix technologiques. Plus spécifiquement, ces concepteurs ont estimé que ces choix permettent d'orienter rapidement le type de solution à développer en définissant des paramètres comme la plateforme de déploiement de jeu, le genre de jeu, le niveau de réalisme ou encore la nature des ressources (2D ou 3D). Ainsi, ces concepteurs suggèrent que les choix technologiques influencent les choix pédagogiques dans la mesure où ces choix circonscrivent les stratégies ludiques et pédagogiques qu'il est possible d'utiliser et celles dont l'utilisation est restreinte pour des considérations techniques ou budgétaires.

Pour leur part, un participant du groupe débutant et un participant du groupe mixte ont abordé le thème d'analyse du contexte dans sa relation avec le budget et le temps nécessaires pour le développement d'un jeu sérieux. À cet égard, le participant du groupe mixte a soutenu que les coûts et le temps nécessaires pour le développement de ce type de dispositifs, qui sont plus élevés comparativement à d'autres modes de formation, font que le choix des jeux sérieux comme stratégie n'est pas toujours possible dans le cas de son entreprise.

Pour conclure, les résultats suggèrent que l'analyse du contexte, faisant partie de la phase *Analyse* du modèle, est déterminante pour le déroulement du processus de design et l'atteinte des objectifs d'un projet de création d'un jeu sérieux. Cependant, cette analyse pourrait être détaillée davantage, dans notre modèle, pour faciliter les choix pédagogiques et techniques lors de la phase de design à la lumière des informations recueillies à son issue.

- **Alignement pédagogique et itérations du processus**

Le thème *alignement pédagogique* renvoie à la déclinaison cohérente des objectifs d'apprentissage en activités d'apprentissage et d'évaluation. À cet égard, les résultats d'analyse des données suggèrent que le modèle proposé permet dans une large mesure cet alignement, mais il présente également une limite qui est le manque d'étapes itératives d'évaluation formative entre les étapes de la phase de design pour s'assurer de cet alignement.

En effet, comme le montre le tableau 23 des thèmes de la catégorie *Processus de design pédagogique*, les participants des trois groupes (débutant, mixte et expert) ont accordé une grande importance aux thèmes *Alignement pédagogique* et *Itérations du processus* et à l'interdépendance entre ces thèmes.

Le cas échéant, trois participants du groupe de débutant (n=3/8) ont remarqué que la démarche ne propose qu'un alignement entre la phase d'analyse et la phase de design pédagogique, mais sans aller jusqu'à la dernière étape de la démarche, soit l'implémentation. De même, ils ont avancé que l'alignement entre les objectifs d'apprentissage, les activités et les résultats d'apprentissage est un élément essentiel pour la réussite d'un projet de design de tout dispositif de formation. D'après ces participants, cet alignement se fait généralement par itérations au long du processus de design. Toutefois, l'absence d'évaluations intermédiaires entre les principales étapes de la phase de design réduit la capacité d'ajuster les paramètres d'un jeu sérieux. Ce point de vue ressort clairement dans l'extrait suivant :

*Ça coute très cher de développer. D'autant plus [qu'il faut] évaluer souvent pour être sûr qu'on est bien alignés. Parce que j'ai l'impression que tu nous dis : est-ce que ça marche ? Mais moi je dis : je ne sais pas si ça marche. Je ne l'ai pas testé. En plus, justement, comme on dit, si on évalue souvent, on se rajuste. (Participant 5, groupe débutant)*

De façon similaire, quatre participants du groupe mixte (n=4/10) ont estimé que l'alignement entre les objectifs, les activités et les évaluations est fondamental pour juger de la qualité d'un jeu sérieux.

À cet égard, ces participants ont reconnu que la structure de jeu proposée par la démarche, notamment l'interdépendance des sept couches, permet d'assurer cet alignement dans une certaine mesure. De même, ils ont estimé que la trame proposée par la démarche, notamment avec le concept du voyage du héros, contribue à assurer cet alignement. En l'occurrence, l'alignement se fait à partir des objectifs d'apprentissage, qui définissent les activités où l'apprentissage du contenu et l'évaluation de cet apprentissage sont intimement liés. Cependant, un participant de ce groupe remarque qu'en l'absence d'étapes d'évaluation formative, il est difficile d'être certain qu'il y a un impact positif sur les apprenants. Ces participants (n=4/10) ont ajouté que l'absence de cette évaluation ne permet pas de vérifier la pertinence des stratégies pédagogiques ou ludiques mises en œuvre dans le jeu sérieux.

*Il y a un aspect qu'on ne voit pas, mais qu'on voit dans la plupart des méthodologies c'est l'aspect évaluation. Puis, je crois de lier, une des façons de lier jeu avec l'apprentissage, c'est quand tu vas évaluer ton projet de jeu. [...] C'est sûr que ça se mesure d'une certaine façon, l'apprentissage [...] Je crois qu'il y aurait peut-être possibilité d'insérer des éléments de contrôle [...], puis d'évaluation dans la méthodologie. Je pense ça pourrait aider (Participant 7, groupe mixte)*

Dans le même ordre d'idées, deux participants du groupe expert (n=2/4) avancent que l'absence d'évaluations entre les étapes de design et de possibilités de retour aux phases précédentes du processus, ne reflète pas le caractère itératif du processus. Ils ont estimé que ce sont ces itérations qui garantissent l'alignement pédagogique, la qualité de design, l'arrimage entre l'aspect ludique et l'aspect pédagogique et enfin la capacité du jeu sérieux à atteindre l'objectif escompté. Cependant, pour un de ces participants, l'alignement pédagogique ne devrait pas se faire seulement au niveau d'un projet particulier entre les objectifs, les activités et les résultats d'apprentissage. Il a estimé que l'alignement, plus spécifiquement dans le contexte industriel, doit se faire d'abord en amont du projet afin de situer celui-ci par rapport aux autres modes et modalités de formation. Il a mis en évidence cet aspect dans l'extrait suivant :

*C'est vraiment important de comprendre que, pour que ça marche bien, il faut que ce soit [un jeu sérieux] intégré à un cocktail de solutions d'apprentissage. Un jeu tout seul, ça ne va pas marcher. Ça doit partir de toute une stratégie d'entreprise qui vise l'amélioration continue. Donc, c'est plein de choses qui doivent être constamment interreliées puis renvoyées les unes aux autres.*

(Participant 1, Groupe expert)

En plus, ce participant a soutenu que l'alignement ne doit pas seulement porter sur la cohérence entre les objectifs, les activités et les évaluations, mais des vérifications constantes doivent permettre également de s'assurer de l'alignement de ces paramètres avec le contexte d'utilisation du jeu sérieux et les caractéristiques des publics cibles. Ce qui est particulièrement difficile dans le cas des jeux sérieux comparativement aux jeux vidéo, comme l'explique ce participant dans un autre extrait :

*[Dans le cas jeux vidéo], à la base j'ai mon étude de marché [...] Je comprends ma niche. J'ai mon concept de jeu. Je peux le tester un peu, puis, si ça marche je le développe et après le joueur le joue. [...] J'évalue, ça a bien marché. Je regarde les métriques. Dans ce cas, c'est quand même aligné parce qu'au début je fais un jeu pour un joueur qui veut mon jeu. [...] tandis que, quand j'ai de la formation pédagogique, le end-user ne veut pas nécessairement apprendre. [...] Donc, je dois travailler avec l'expert [de contenu] qui doit me passer son contenu, mais doit me passer son contenu d'une façon je peux l'adapter ou le modifier pour qu'il rentre dans mon schéma pédagogique mais qui ensuite rentre dans le contexte de mon jeu aussi. [...] Puis là, c'est là où il y a de la complexité.* (Participant 1, Groupe expert)

Eu égard à ces constats, plusieurs participants des trois groupes ont recommandé d'ajouter des étapes d'évaluations intermédiaires à la phase de design qui soient au centre du processus. De telle sorte, il serait possible d'évaluer chacune des étapes et d'ajuster d'une façon itérative. De même, des participants du groupe débutant (n=3/8) et du groupe expert (n=2/4) ont recommandé de prévoir une phase de prototypage à la fin de la phase de design pour s'assurer de la cohérence et du bon

fonctionnement du jeu sérieux avant d'entamer la phase de développement des ressources multimédia. Dans ce sens, un participant du groupe expert a expliqué que ledit prototype peut, dans un premier temps, être simpliste et minimaliste :

*Ça peut être un prototype papier, avant de mettre quoi que ce soit. [C'est] juste pour tester est ce que je m'en vais dans la bonne direction, est-ce que les visuels et les Mécaniques s'appliquent. On peut vite connaître. Peu importe. On n'est pas obligé de tout compéter avant de continuer. (Participant 2, groupe expert).*

- **Arrimage entre les activités d'apprentissage et de jeu**

L'arrimage entre les activités d'apprentissage et de jeu fait référence à l'intégration des éléments de contenu éducatif avec les éléments ludiques dans un jeu sérieux. À cet égard, les résultats suggèrent que la majorité des participants des trois groupes reconnaissent l'importance de cet aspect pour le design des jeux sérieux, comme le montre les occurrences du thème *Structure et mécaniques du jeu* (23 occurrences) et du thème *Association apprentissage-jeu* (23 occurrences) dans le tableau 23.

Par ailleurs, les résultats révèlent que le modèle proposé offre plusieurs de techniques aux concepteurs pédagogiques pour s'assurer de l'arrimage entre les activités d'apprentissage et de jeu. De même, ces résultats mettent en évidence une perception de la complexité de cet aspect pour la majorité des participants, y compris pour les concepteurs les plus expérimentés. Enfin, ils font ressortir des stratégies que les concepteurs pédagogiques recommandent d'utiliser pour réduire cette complexité.

Plus spécifiquement, pour trois participants du groupe débutant (n=3/8), l'intégration dans le processus de design proposé des étapes basées sur les similitudes entre les processus de design pédagogique ADDIE et de design des jeux permet de rapprocher entre les modes de réflexion des concepteurs pédagogiques et des concepteurs des jeux et permet d'avoir un langage commun qui facilite la collaboration entre les deux profils. Par conséquent, ces participants ont estimé qu'un tel

rapprochement permettrait une intégration cohérente des aspects éducatifs et ludiques lors du design d'un jeu sérieux.

Dans le même ordre d'idées, des participants du groupe mixte (n=6/10) ont rapporté que la structuration du processus de design proposé par le modèle autour des sept couches présente des avantages notables, aussi bien pour les concepteurs pédagogiques que pour les concepteurs de jeux. Le cas échéant, ils ont expliqué que, pour les concepteurs pédagogiques, la structure proposée permet de familiariser ceux-ci avec les mécanismes derrière le fonctionnement d'un jeu sérieux, et par conséquent, démystifier ce système en présentant les relations entre ses différents sous-systèmes. De même, ces participants ont expliqué que, pour les concepteurs des jeux vidéo, la structure permet d'appréhender le contenu d'un point de vue pédagogique et permet à ces technologues de voir comment les mécaniques du jeu contribuent à l'acquisition d'un contenu éducatif, au lieu de se concentrer uniquement sur l'aspect technologique. De ce fait, ces participants ont estimé que le modèle offre une complémentarité entre les aspects pédagogiques et ludiques et assure un arrimage entre les activités qui s'y rattachent.

En outre, deux participants du groupe mixte (n=2/10) ont soutenu que la proposition d'une trame, basée sur le modèle du voyage du héros, pour définir un concept intégrateur des activités du jeu sérieux, facilite l'intégration du contenu éducatif avec les mécaniques de jeu d'une façon cohérente. Ces participants ont avancé que cette trame facilite particulièrement le séquençage des activités en expliquant comment, à partir des objectifs d'apprentissage, organiser les missions et les quêtes et prévoir des moments d'évaluation d'apprentissage. Ainsi, la trame peut servir de fil conducteur qui guide le processus de design des jeux sérieux et assure l'arrimage des activités.

Par ailleurs, les résultats suggèrent que plusieurs concepteurs (issus des trois groupes) reconnaissent la difficulté d'arrimage entre l'aspect ludique et l'aspect pédagogique, y compris les participants du groupe expert. En l'occurrence, un participant de ce dernier groupe a mis en évidence cette difficulté dans l'extrait suivant :

*C'est très difficile de faire un jeu. Des mauvais jeux il y en a vraiment beaucoup. De bons jeux, il y a très peu. Des jeux qui sont très bien designés, puis qui font que des joueurs aient envie de revenir jour après jour après jour. C'est très difficile à faire. [...] Pour qu'un jeu marche bien, c'est clair qu'il y a nécessairement un besoin d'une cohérence totale. Il faut que tout marche bien ensemble mais il faut toujours revenir, puis c'est la même chose dans l'éducation. Il faut toujours avoir une cohérence d'est-ce que le public va bien réagir ou ne va pas bien réagir à ça. (Participant 1, Groupe expert)*

Dans ce contexte, des participants, en particulier des trois groupes débutant et mixte, ont souligné que le modèle proposé leur permet d'identifier des pistes de réflexions aux solutions potentielles pour s'assurer de l'arrimage des activités. Ainsi, pour quatre participants du groupe débutant (n=4/8), la solution peut être dans la synergie que la démarche du modèle permet de créer entre les concepteurs pédagogiques, dont la finalité est de s'assurer de l'alignement pédagogique, et les concepteurs des jeux, dont la tâche est de sélectionner les mécaniques de jeu appropriées. L'extrait suivant illustre ce point de vue :

*Comme là, chez nous il faudrait un techno-pédagogue, bien là, il faut un ludo-pédagogue. Au même titre qu'on a des technos pour maîtriser Edulib ou Studium, là, il faudrait l'équivalent pour le jeu. (Participant 2, Groupe expert)*

Deux participants du groupe mixte (n=2/10) vont dans le même sens de travailler en étroite collaboration avec des technologues pour assurer l'arrimage entre le jeu et l'apprentissage. Tandis que trois autres participants du même groupe (n=3/10) estiment que la théorie du flux offre un guidage pertinent pour faire cet arrimage, notamment en proposant d'associer les facteurs de motivation et d'apprentissage et d'assurer un équilibre entre les défis et les compétences. Cependant, ces participants avancent, qu'à ce stade, ils ne savent pas comment concrétiser les principes de cette théorie et comment définir cet équilibre, comme en témoigne l'extrait suivant :

*Pour moi, ça m'a vraiment clarifié comment je pouvais combiner les deux mondes. Le défi étant de le faire. L'autre chose qui, par contre, [...] serait à attacher c'est lorsque tu nous as parlé de [canal du flux]. Ça serait intéressant de le voir. C'est un élément de game, mais c'est un élément aussi qui est important pour nous à la formation, qui je ne serais pas trop où me préoccuper, parce que si je m'en préoccupe dès le départ, je vais me bloquer toute de suite. (Participant 2, Groupe mixte)*

Pour sa part, un participant du groupe expert (n=1/4) a expliqué que son équipe s'appuie beaucoup sur le concept de la rhétorique procédurale d'Ian Bogost (2007) pour arrimer jeu et apprentissage. Ledit concept propose une technique de construction de l'histoire du jeu en intégrant les interactions joueur-système dans un message (rhétorique) qui s'inspire du contexte de ce joueur. Le cas échéant, ce participant a souligné que la démarche de son équipe est d'intégrer les mécaniques de jeu, c'est-à-dire les actions de l'apprenant, dans le scénario pédagogique de sorte que chaque action effectuée le rapproche davantage de l'atteinte de l'objectif d'apprentissage. L'extrait suivant illustre ce point de vue :

*C'est vraiment important pour que ça marche bien que la mécanique de jeu et le scénario pédagogique soient vraiment intégrés l'un dans l'autre. Ça veut dire vraiment que ce que le joueur fait, c'est ce qui doit apprendre. Sinon, il y a un « disconnect ». Donc, c'est clair que c'est vraiment très important de réfléchir la rhétorique procédurale. Ça veut dire dans l'interaction entre le jeu et le système, qu'est-ce que le joueur apprend vraiment? (Participant 1, Groupe expert)*

Pour conclure, les résultats de la catégorie *Processus de design* suggèrent que le modèle offre des avantages notables en termes de la structuration des phases du processus de design des jeux sérieux, ainsi que des orientations pour la conduite de ces différentes étapes. Plus spécifiquement, ces résultats font ressortir l'apport de la démarche pour l'arrimage entre les activités du jeu et d'apprentissage. Cependant, ils mettent en évidence certains axes d'amélioration en ce qui a trait au besoin d'évaluations intermédiaires entre les étapes de la phase de design et les bénéfices du prototypage.

#### **4.3. Conclusion de la section Résultats.**

Le traitement et analyse des données, au terme des deux cycles de la démarche méthodologique, nous a permis de tirer des conclusions nous permettant de répondre aux questions de recherche liées à l'utilité de la démarche (question spécifique 1), à la qualité du processus de design proposé (question spécifique 2), aux principes de design qui doivent guider ce processus (question spécifique 3) et les caractéristiques de l'expérience d'apprentissage par jeux sérieux à concevoir (question spécifique 4).

Dans la section qui suit, nous discutons de ces résultats en les mettant en perspective par rapport à nos questions spécifiques de recherche et la littérature scientifique qui s'applique, le cas échéant. De même, nous présentons une nouvelle version du modèle (figure 24), telle qu'elle a été affinée après l'analyse des données.

## DISCUSSION

Dans le chapitre précédent, nous avons dégagé et présenté les résultats qui ressortent des deux cycles itératifs faisant l'objet de notre démarche méthodologique, soit la mise en application et tests de la démarche de design proposée et l'évaluation de celle-ci avec des praticiens.

Dans ce chapitre, nous procédons à l'interprétation et à la discussion de ces résultats qui, selon Mongeau (2008), constituent ensemble la dernière étape de la démarche d'analyse des données. À cet égard, l'auteur soutient que la discussion des résultats consiste à expliciter les liens que ceux-ci peuvent avoir avec la problématique, le cadre théorique et les questions de recherche afin d'en dégager les impacts et les conséquences. De même, Mongeau (2008) soutient que l'interprétation des résultats vise à donner un sens à ces résultats, répondre aux questions de recherche et améliorer le modèle initial ou les hypothèses.

Ainsi, dans ce qui suit, nous montrons comment les résultats obtenus répondent à nos questions spécifiques de recherche, et par conséquent à la question générale. Puis, nous mettons ces résultats en perspective par rapport à notre problématique et cadre théorique et nous les comparons avec d'autres recherches ou cadres théoriques.

Ce chapitre est structuré en quatre sections dont chacune porte sur une des questions spécifiques de la recherche, à savoir l'utilité de la démarche du modèle proposé, l'amélioration du processus de design qui s'y rattache, les principes de design pédagogiques qui peuvent guider les praticiens, ainsi que le modèle de l'expérience d'apprentissage optimale par jeux sérieux que nous pouvons déduire de cette recherche.

### 5.1. Utilité du modèle

Cette section vise à répondre à la première question spécifique de recherche, à savoir comment notre modèle peut-il répondre aux besoins des concepteurs pédagogiques en matière de design des jeux sérieux ?

À cet égard, les résultats des deux cycles itératifs de notre démarche méthodologique suggèrent que notre modèle contribue au comblement des principales lacunes des modèles existants de design des jeux sérieux (section 1.4). Plus spécifiquement, ces résultats révèlent que notre modèle 1) offre un cadre structurant du processus de design, 2) offre un cadre opérationnel et pratique pour le design des jeux sérieux et 3) offre un cadre adaptable selon les besoins des concepteurs.

- **Notre modèle en tant que cadre structurant du processus de design**

Dans la problématique (section 1.4), nous avons identifié parmi les limites des modèles existants de design des jeux sérieux manque d'une démarche consensuelle, qui propose un cadre avec des fondements théoriques permettant de définir l'expérience d'apprentissage attendue d'un jeu sérieux, proposant des principes de design orientant les décisions pédagogiques lors du processus de design et une méthodologie détaillée pour conduire ce processus. En l'occurrence, notre problématique a établi le besoin d'une démarche qui permet de lier la théorie à la pratique et qui offre une vision, à la fois, globale et détaillée du processus.

La démarche que nous proposons dans cette étude fait un pas en avant pour combler ce besoin en proposant un cadre structurant de design qui, d'une part, allie théorie et pratique, et d'autre part, explicite le processus de design des jeux sérieux et propose une méthodologie détaillée pour le conduire.

En effet, il ressort des résultats de notre méthodologie que notre modèle offre aux concepteurs un cadre, à la fois, théorique et pratique. Il est un cadre théorique parce qu'il permet d'identifier les composantes des jeux sérieux et décrit leurs fonctions et interactions pour faire émerger une expérience d'apprentissage holistique. Par conséquent, il permet aux concepteurs d'ancrer la théorie dans leurs

pratiques professionnelles et, de ce fait, permet une *réflexion pendant l'action* sur la nature et les fonctions attendues d'un système de jeu sérieux.

Notre cadre est également pratique parce qu'il porte sur une méthodologie qui définit, d'une façon détaillée, les phases et les étapes du processus de design des jeux sérieux. De même, par le parallèle que le modèle fait entre le processus de design pédagogique et de design des jeux, il propose un cadre familier (similaire au modèle ADDIE par exemple) qui permet de structurer les pratiques professionnelles autour des fondements théoriques éprouvés.

Par ailleurs, nos résultats permettent de faire deux constats liés à l'adoption de notre modèle par les concepteurs des jeux sérieux. Premièrement, les besoins des concepteurs varient selon les spécificités du contexte professionnel et le niveau d'expertise. Deuxièmement, le rapport de ces concepteurs aux fondements théoriques de notre modèle est pragmatique, étant donné que nombre de ces concepteurs estiment que les choix théoriques devraient être situationnels, selon les particularités de chaque projet, et ne devraient pas constituer un obstacle à la créativité.

En lien avec le premier aspect, soit la variation des besoins des concepteurs, l'interprétation des résultats suggère que, quoique l'ensemble des concepteurs soit en quête d'une démarche cohérente, qui leur offre une vision globale, logiquement articulée des phases de design et suffisamment détaillée, il ne demeure pas moins vrai que ces concepteurs ont besoin également d'une démarche assez souple qu'ils peuvent adapter selon leurs besoins. En l'occurrence, nous avons constaté que ces besoins varient, en matière de priorité, selon les contextes professionnels et les niveaux d'expertise des concepteurs, sans que ces besoins soient mutuellement exclusifs.

Ainsi, pour les concepteurs débutants, l'enjeu premier pour l'adoption de notre modèle est lié aux conditions de son application. Plus spécifiquement, ces concepteurs, qui sont familiers avec certains modèles de design pédagogique, manifestent le besoin d'acquérir les compétences de base nécessaires pour concevoir des jeux sérieux, comme la compréhension de l'objet « jeu sérieux », l'identification de

ses composantes et constituants ainsi que sur son mode de fonctionnement. Le cas échéant, notre modèle répond à ce besoin en proposant un cadre structurant, qui se rapproche des cadres de design pédagogique familiers aux concepteurs, comme le modèle ADDIE, leur permettant ainsi de capitaliser sur leurs expertises actuelles et monter rapidement en compétence.

Pour les concepteurs d'un niveau intermédiaire (concepteurs ayant une certaine expérience du design des jeux sérieux), l'enjeu premier porte sur l'efficacité du processus de design des jeux sérieux. Plus spécifiquement, cet enjeu est plutôt lié à l'application d'un processus de design et au séquençage de ses étapes pour concevoir des jeux sérieux, à même d'atteindre les objectifs d'apprentissage en tenant compte des contraintes temps et des budgets des projets. À cet effet, notre modèle répond à ce besoin en proposant un guidage opérationnel, qui détaille les phases et étapes du processus, et des outils (conceptuels) pour faciliter la prise de décision lors du processus de design, notamment le diagramme du processus et le jeu des cartes.

Pour les concepteurs experts, l'enjeu porte surtout sur l'impact du processus de design. En effet, pour ces concepteurs, qui disposent des prérequis et de l'expérience de développement des jeux sérieux, l'enjeu demeure continuellement la capacité des outils utilisés (processus, principes, règles, etc.) à permettre le design d'un jeu sérieux à même de produire un impact positif en matière d'apprentissage chez l'apprenant. En l'occurrence, comme nous l'avons présenté dans la section (2.3.2), notre modèle permet de répondre à ce besoin en proposant une démarche de structuration du contenu, qui lie les activités d'apprentissage, de jeu et d'évaluation de façon à créer une expérience holistique (ludique et instructive).

En ce qui concerne le second aspect lié à l'adoption de notre modèle, soit le rapport des concepteurs aux fondements théoriques de la démarche, les résultats font ressortir que les concepteurs débutants et intermédiaires tendent à s'accorder sur le fait que les choix théoriques doivent être faits selon les exigences de la situation pédagogique sans que ces choix ne constituent des obstacles à la

créativité ou soient au déterminent des attributs motivationnels des activités ludiques. À ces critères, les concepteurs experts ajoutent que les choix pédagogiques dépendent également des choix technologiques que l'analyse du contexte fait émerger, comme l'infrastructure, les ressources technologiques et les budgets prévus pour un projet de design d'un jeu sérieux. De ce fait, nous pouvons déduire que les choix pédagogiques lors du processus de design ont un caractère situationnel, fortement influencé par la réalité du terrain.

Dans ce contexte, nous pouvons arguer que l'attitude des concepteurs à l'égard de la dimension théorique de notre modèle relève d'une quête de ce que van Der Maren (2004) appelle *le savoir stratégique* dans le cadre d'une approche pragmatique du design pédagogique.

En effet, van Der Maren (2004) distingue cinq types de savoirs qui se rattachent à l'éducation comme discipline. Ces savoirs sont sur un continuum dont les deux extrémités sont le savoir scientifique et le savoir pratique. Entre ces deux types, il y a la praxis, qui est une réflexion du savoir pratique de l'artisanat, et le savoir appliqué, qui est une opérationnalisation du savoir scientifique. Au centre du continuum se trouve un cinquième type de savoir, un savoir intermédiaire, qui est le savoir stratégique.

Pour van Der Maren :

Le savoir stratégique, ou savoir pour l'action, se situe à l'enchevêtrement du savoir appliqué et de la praxis. Le savoir stratégique est constitué par une praxis, c'est -à-dire un discours énonçant les règles du savoir pratique [...], mais il est aussi constitué par une « actualisation » du savoir appliqué. [...] Autrement dit, le savoir stratégique est une sorte de savoir appliqué utilisable dans l'action, parce que ses règles sont plus immédiates, plus souples, plus concrètes, utilisant des signaux perceptibles plutôt que des instruments de mesure et des calculs. (2004, p. 48).

À cet égard, van Der Maren (2004) estime que le savoir pour l'éducation devrait être d'ordre stratégique et devrait comporter un savoir appliqué, mais ce savoir appliqué devrait être pragmatique pour tenir compte des contraintes imposées par la situation, de manière à pouvoir préparer des actions

efficaces et à évaluer les actions réalisées dans des conditions d'urgence. Il doit aussi comporter une praxis parce qu'il ne peut négliger la part efficace de la tradition de l'éducation.

Dans ce contexte, nous pouvons arguer que le modèle proposé par cette étude contribue au développement d'un savoir stratégique et pragmatique pour soutenir la réflexion et la pratique en matière de design des jeux sérieux. De même, il se propose comme un cadre pratique pour opérationnaliser ce savoir.

- **Notre modèle en tant que cadre opérationnel et pratique**

Dans la problématique, nous avons mentionné deux autres limites qui ont trait au manque de démarches détaillées et satisfaisantes pour le design des jeux sérieux et au manque d'orientations pratiques en ce qui concerne l'intégration des éléments de jeu et d'apprentissage dans ces dispositifs d'apprentissage. Les résultats de l'analyse des données nous permettent d'avancer que notre modèle pourrait contribuer à remédier à ces limites.

En effet, ces résultats suggèrent que notre modèle propose une méthodologie détaillée de design des jeux sérieux qui peut servir de guide pratique définissant les phases et les étapes processus de design, ainsi que les principaux paramètres pédagogiques, didactiques et techniques à prendre en considération lors de chacune des phases. Plus particulièrement, les résultats suggèrent que les participants ont identifié deux apports essentiels du modèle qui soutiennent, d'une façon pratique, le design des jeux sérieux.

Premièrement, le modèle propose une conceptualisation théorique qui décrit, à partir des caractéristiques des systèmes de jeux sérieux, leurs composantes et les relations entre ces composantes, un processus détaillé pour le design de ces jeux. Le cas échéant, ce modèle s'appuie sur le modèle générique ADDIE pour définir (à haut niveau) les principales phases du processus et leur enchaînement. Puis, il s'appuie sur l'approche architecturale de design (Gibbons, 2013) et les techniques de design des jeux vidéo (*game design*) pour détailler davantage chacune des phases et en identifier des étapes plus fines.

Ainsi, comme le suggèrent les résultats de l'analyse, notre modèle permet aux concepteurs d'identifier les éléments constituant un jeu sérieux et de comprendre les relations dynamiques entre ces éléments, et par conséquent, découvrir le fonctionnement souvent invisible des systèmes de jeux sérieux. En d'autres termes, il permet d'ouvrir ce que Gibbons (2013) qualifie de « boîte magique », en faisant référence aux étapes de design (à haut niveau) des systèmes d'apprentissage, que la majorité des modèles design pédagogique intègrent mais dont ils n'expliquent souvent pas les mécanismes internes.

Par conséquent, nous pouvons arguer que notre modèle offre une approche globale et cohérente à même de remédier à une lacune des modèles actuels qui offrent soit une vision à haut niveau du processus de design sans mettre en évidence les sous-étapes des phases de ce processus, soit une version trop détaillée de chacune des étapes, et de ce fait, augmentent la complexité du processus. Plus spécifiquement, notre modèle offre un cadre structurant, qui définit à haut niveau les phases et les étapes du processus de design (macro-design), puis il offre, en se basant sur l'approche architecturale de design (Gibbons, 2013), une méthodologie détaillée de la phase de design. De même, il permet d'identifier les composantes des systèmes de jeu sérieux ainsi que la démarche à suivre pour développer les fonctions de ces composantes.

Pour Becker (2012), cette connaissance des composantes du système des jeux sérieux et de leur fonctionnement est capitale pour le développement des jeux sérieux attractifs et efficaces. Inversement, une carence de cette compétence réduit significativement l'impact escompté, à l'image des jeux ludo-éducatifs des années 1980.

*During the edutainment era, lots of educators as well as non-profit and for-profit companies began building educational computer games and it was thought that one could wrap any instruction inside a game and thereby enhance the learning experience. We now know that this doesn't work but at the many designers and developers of these educational entertainments (hence the name*

*'edutainment') got into producing these games without bothering to learn anything about computers or games. The result was that most of them were absolutely awful (Becker, 2012).*

Deuxièmement, en plus de l'outil conceptuel, nous proposons un outil pour soutenir les praticiens dans le processus de design, soit une représentation graphique du processus sous forme d'un diagramme et un jeu de cartes. Cet outil semble particulièrement utile pour les concepteurs débutants et intermédiaires.

Le cas échéant, il ressort des résultats que cet outil aide les concepteurs à deux moments clés du processus de design. D'abord, en amont du processus, par la mise en évidence des phases et étapes du processus (diagramme), l'outil permet de structurer et d'encadrer la réflexion lors de la phase de planification et de préparation du processus de design. Puis, lors du processus de design, l'outil permet un guidage et un échafaudage cognitif pour les concepteurs en définissant pour chacune des étapes des orientations pratiques et des aides à la prise de décision.

Pour leur part, les concepteurs experts estiment que, une fois les connaissances liées au design des jeux sérieux sont intégrées et maîtrisées, ce type d'outil devient plutôt un outil de vulgarisation et de communication avec les clients plutôt qu'un guide pratique pour conduire le processus de design.

De ce qui précède, nous pouvons postuler que l'outil que notre modèle propose peut avoir deux finalités. Une première finalité, à court terme, est de faciliter et accélérer l'acquisition de l'expertise requise pour le design des jeux sérieux pour les concepteurs débutants, à l'image d'un support pédagogique. La deuxième finalité, à long terme, est de servir de base pour une amélioration continue des pratiques des concepteurs. En lien avec cette dernière finalité, les résultats de l'étude suggèrent que notre modèle offrirait un cadre souple et adaptable en fonction des besoins des concepteurs.

- **Notre modèle en tant que cadre adaptable**

L'adaptabilité est une qualité du modèle qui, à notre étonnement, a émergé de l'analyse des données. Le cas échéant, les participants ont rapporté que la démarche de notre modèle laisse une marge

de manœuvre pour l'adapter à leurs contextes professionnels et besoins. Cette adaptation peut porter alors sur les outils, l'organisation de travail, le processus de design et la nature des livrables.

Plus spécifiquement, les participants ont avancé que la démarche peut s'intégrer dans leurs boîtes à outils en tant que complément à d'autres approches de design. Elle permet différentes configurations des équipes de design de sorte à faciliter l'organisation et la collaboration entre les différentes parties prenantes d'un projet. Elle est maniable de sorte à permettre l'ajout d'autres techniques de design comme le *design thinking*. De même, elle peut être utilisée pour le design de différents types de dispositifs d'apprentissage, y compris les dispositifs non ludiques.

Dans ce contexte, nous pouvons postuler que notre modèle s'inscrit dans le cadre des modèles émergents, dans la mesure où celui-ci allie la rigueur théorique à la flexibilité et l'adaptabilité requises par la réalité de la pratique.

En effet, comme le soulignent Tessmer et Wedman (1995), l'adaptabilité d'une théorie ou d'un modèle au contexte de design est une nécessité. Le cas échéant, ces auteurs distinguent entre deux types de contextes que les concepteurs pédagogiques doivent cerner. D'une part, le contexte pédagogique qui porte sur les variables physiques, organisationnelles, psychosociales liées à l'apprenant et à l'apprentissage. D'autre part, le contexte de design qui consiste en des ressources et des contraintes impactant l'effort de design dans un projet donné, comme le budget, les échéances, les technologies disponibles, les valeurs du client, la culture organisationnelle et l'expertise des concepteurs.

À cet égard, Tessmer et Wedman (1995) estiment que la majorité des modèles traditionnels de design pédagogique ignore l'influence de ces variables sur la réussite des projets. Les auteurs expliquent que ces modèles sont élaborés avec une intention d'application directe, indépendamment du contexte où évolue le concepteur. Ainsi, ils n'offrent aux concepteurs que peu d'opportunités d'adaptation à leurs contextes. De ce fait, les auteurs constatent qu'il y a souvent un écart significatif entre les orientations de

ces modèles et les pratiques des concepteurs sur le terrain. Par contraste, les modèles émergents de design, qui ont été élaborés pour remédier aux limites des modèles traditionnels, sont plus flexibles.

Plus spécifiquement, Tessmer et Wedman (1995) soutiennent que, dans le cas des modèles émergents, il est possible d'adapter le processus de design selon le besoin en ajoutant, modulant ou supprimant des tâches de design. De même, ces modèles permettent l'intégration des différentes parties prenantes d'un projet à différentes phases de design. De plus, ils permettent de mettre en œuvre de méthodologies centrées sur l'apprenant comme les scénarios concurrents et les prototypes.

Pour résumer, l'analyse des résultats suggère que notre modèle propose une démarche qui offre un cadre structurant, pratique et adaptable pour le design des jeux sérieux. Par ailleurs, ces résultats montrent également que cette démarche peut faire l'objet de quelques améliorations, que nous abordons dans la section qui suit en réponse à la deuxième question spécifique de recherche.

## **5.2. Améliorations du modèle**

Dans cette section, nous répondons à la deuxième question spécifique de recherche, à savoir comment améliorer le modèle proposé pour optimiser le processus de design?

Comme nous l'avons souligné (section 4.2.2.1), les résultats d'analyse des données ont mis en évidence trois limites de notre modèle : une limite portant sur la forme, notamment l'utilisation de l'outil d'aide au design proposé par le modèle, et deux autres limites portant sur le fond et concernant le processus de design en soi.

Plus spécifiquement, la première limite est liée à l'ergonomie du jeu de cartes (46 cartes) proposé avec le visuel du modèle (diagramme) pour faciliter la mise en application du modèle. Le cas échéant, des participants du groupe débutant ( $n=4/8$ ) et du groupe mixte ( $n=3/10$ ) ont souligné la difficulté de faire correspondre les cartes aux étapes du processus dans le visuel. De même, ils ont proposé de modifier le code couleur des cartes pour faciliter cette correspondance.

En effet, initialement, les cartes étaient réparties en sept catégories dont chacune avec une couleur particulière (modèles de connaissance, profils des joueurs, genres de jeu, stratégies d'apprentissage, matrice connaissance/genre, structure narrative, mécaniques de jeu). Ces couleurs étaient différentes des couleurs qui permettent de distinguer les étapes dans le visuel du diagramme présentant le processus. De ce fait, des concepteurs ont souligné des difficultés à associer certaines cartes à l'étape y correspondante.

Pour remédier à cette limite, nous avons élaboré un nouveau code de couleurs qui permet de faire le lien plus rapidement entre une carte et l'étape correspondante dans le visuel. En l'occurrence, chaque carte est désormais conçue avec une couleur *au recto*, qui renseigne sur la catégorie de la carte, et une couleur *au verso*, qui permet de la lier avec l'étape correspondante du visuel.

La deuxième limite de notre modèle qui ressort de l'analyse des résultats porte sur la place de l'apprenant dans le processus de design. À cet égard, les résultats suggèrent deux lacunes du modèle. Premièrement, l'absence de prescriptions pour faire un lien direct entre les profils des apprenants et les stratégies de jeu lors de la phase de design pédagogique, et deuxièmement, la faible implication des apprenants dans le processus de design en tant que partie prenante active dans ce processus.

En lien avec la première lacune, comme nous l'avons mentionné dans la section *Résultats* (section 4.2.2.3), nombre de participants des groupes débutant ( $n=3/6$ ) et mixte ( $n=5/10$ ) ont remarqué que notre modèle ne propose pas de liens directs entre le profil des joueurs, défini au terme de la phase d'analyse (phase 1 du modèle), et la stratégie de jeu à adopter pour structurer le contenu lors de la phase de design (phase 2 du modèle). Deux concepteurs du groupe expert ( $n=2/4$ ) sont allés dans le même sens, notamment en comparant notre modèle avec le modèle industriel qu'ils utilisent (*Game Storm*). Pour ces concepteurs, des liens directs entre les profils de joueurs (apprenants) et des stratégies de jeu (genres de jeu) faciliteraient les choix pédagogiques et accélèreraient le processus de design, particulièrement pour

les concepteurs débutants et ceux d'un niveau intermédiaire qui ne maîtrisent pas les techniques de design des jeux (*game design*).

Cependant, nous estimons que l'établissement des liens directs entre les profils du joueur et les stratégies de jeu, comme c'est la pratique dans le domaine de design des jeux vidéo, ne peut être pertinent dans le cas des jeux sérieux. En effet, dans le cas des jeux vidéo, l'objectif principal est de proposer une expérience divertissante basée surtout sur les profils des joueurs (préférences et modes de jeu). Par contraste, la particularité de jeux sérieux est de proposer une expérience holistique, à la fois, ludique portant sur une stratégie de jeu, et instructive, portant sur une stratégie pédagogique. Or, la définition d'une stratégie ou un genre de jeu, en se basant uniquement sur les préférences des joueurs, sans tenir compte de la nature des objectifs d'apprentissage, du contenu et du contexte de formation, ne met l'accent que sur l'aspect ludique et ignore l'aspect éducatif. Dans ce cas, le design pédagogique déboucherait, comme le soutiennent Malone et Lepper (1987), sur un jeu sérieux dont la fantaisie est exogène (voir section 2.3.2).

Pour surmonter cette difficulté, notre modèle propose de formuler, à partir des profils des joueurs, de l'analyse du contexte et de l'analyse du contenu, une stratégie ludopédagogique, qui intègre simultanément une stratégie ludique et une stratégie pédagogique. Plus spécifiquement, nous proposons (section 2.3.1.4, figure 8) d'utiliser les données collectées à l'issue de la phase d'analyse pour identifier le type d'apprentissage à développer par le jeu sérieux et le processus dominant (cognitif, affectif, social, psychomoteur) qui serait sollicité lors de cet apprentissage. Ce processus nous permet alors de définir des couples de stratégies jeu-apprentissage les plus susceptibles de permettre l'atteinte de l'objectif d'apprentissage. Puis, nous pouvons utiliser les profils de joueurs (préférences de jeu) pour sélectionner parmi les couples de stratégies, celui qui définirait les stratégies ludique et pédagogique les mieux appropriées. Enfin, nous formulons à partir de ces deux dernières la stratégie ludopédagogique.

Par conséquent, notre modèle ne vise pas à établir un lien direct entre les profils de joueur et la stratégie de jeu, mais plutôt d'utiliser l'ensemble des données recueillies lors de la phase d'analyse pour identifier les combinaisons de stratégies les mieux appropriées aux objectifs d'apprentissage, puis, de sélectionner parmi celles-ci une seule combinaison à même de nous permettre de formuler la stratégie ludopédagogique.

Par ailleurs, pour remédier à la deuxième lacune relative à la place de l'apprenant dans le processus de design, soit le manque d'implication de ces apprenants dans le processus, ainsi que la troisième limite du modèle soulignée par les participants, soit le manque d'étapes d'évaluations formatives lors de la phase de design, notre mesure corrective a consisté en l'ajout des étapes de prototypage lors de chacune des trois étapes de la phase de design de notre modèle, dans le cadre d'une approche de design centrée sur l'utilisateur.

La première étape de prototypage se fait à l'issue de l'étape de *la formulation de la stratégie ludopédagogique*. En l'occurrence, le prototype prend la forme d'un scénario qui, comme le suggère Nieveen (1999), est une description narrative de la situation pour rendre les spécifications du design plus concrètes et plus faciles à communiquer aux parties prenantes. Le cas échéant, un ou plusieurs prototypes sont produits pour décrire un concept intégrateur qui porte sur la stratégie pédagogique, la stratégie ludique qui s'y rattache, ainsi que le séquençement des missions et des objectifs d'apprentissage associés. Lorsqu'un de ces prototypes est retenu par les clients (apprenant et autres parties prenantes), l'équipe de conception peut passer à l'étape suivante du processus de design.

La deuxième étape de prototypage se fait à l'issue de l'étape de *la structuration du contenu*. Elle porte sur la production d'un ou plusieurs prototypes sur papier. Pour Nieveen (1999), ce type de prototypes a pour finalité d'orienter l'attention de l'utilisateur sur le contenu et la structure globale de la solution plutôt que sur l'apparence ou la présentation. Le cas échéant, des prototypes sont produits pour décrire l'histoire qui servira de trame de fond au jeu sérieux, aux activités d'apprentissage, d'évaluation

et aux activités ludiques. La validation d'un de ces prototypes conclut l'étape de structuration de contenu et permet de passer à l'étape suivante du processus, soit la conception des interactions du système.

La troisième étape de prototypage se fait à l'issue de l'étape de *conception des interactions*. À ce stade, selon l'état d'avancement dans le processus de design, il est possible d'utiliser un prototype papier (au début de la phase) ou des prototypes fonctionnels sur ordinateur (vers la fin de la phase) pour représenter le jeu sérieux et son fonctionnement. En effet, comme le souligne Nieveen (1999), ce type de prototypes rendent les considérations de design encore plus concrètes. Ils peuvent ne pas être complètement opérationnels ou affinés, mais au fur et à mesure du processus, ils se rapprochent du produit final. Par la suite, après que les prototypes ont été testés et révisés (à plusieurs reprises) et que les parties prenantes en sont satisfaites, une version finale du produit est à développer (phase de développement).

Dans la phase de développement, les technologues procèdent à la création et l'intégration de toutes les ressources multimédias nécessaires pour le jeu sérieux. Ensuite, la solution peut être testée, évaluée et révisée. L'utilisation des prototypes est également pertinente à cette phase. De même, lors de cette phase, il est recommandé d'évaluer tous les aspects (éducatifs, ludiques et techniques) de la solution produite. Le cas échéant, il est possible de revenir à toute étape antérieure (*analyse, design, développement*) pour apporter des modifications.

Ainsi, le recours aux techniques de prototypage, dans le cadre d'une démarche de design centré sur l'utilisateur, nous a semblé une approche pertinente pour remédier aux limites de notre modèle, parce que ces techniques permettent une évaluation de la solution à développer avec les participants tout au long du processus de design. En effet, comme le soulignent Cagiltay et al. (2008), le design centré sur l'utilisateur (*User-centered Design*) est une philosophie et une approche qui place l'utilisateur au centre du processus de design, dès la phase de planification jusqu'à l'implémentation du produit. Le cas échéant, ces auteurs soutiennent que les éléments clés de cette approche s'articulent autour de trois aspects, soit

la participation des utilisateurs, l'analyse contextuelle et le design itératif. À cet effet, ils suggèrent plusieurs techniques spécifiques à l'approche de design centrée sur l'utilisateur, comme l'analyse de tâches, les jeux de rôles, les visites de sites et l'observation, la réalité virtuelle, les personas et scénarios et le prototypage.

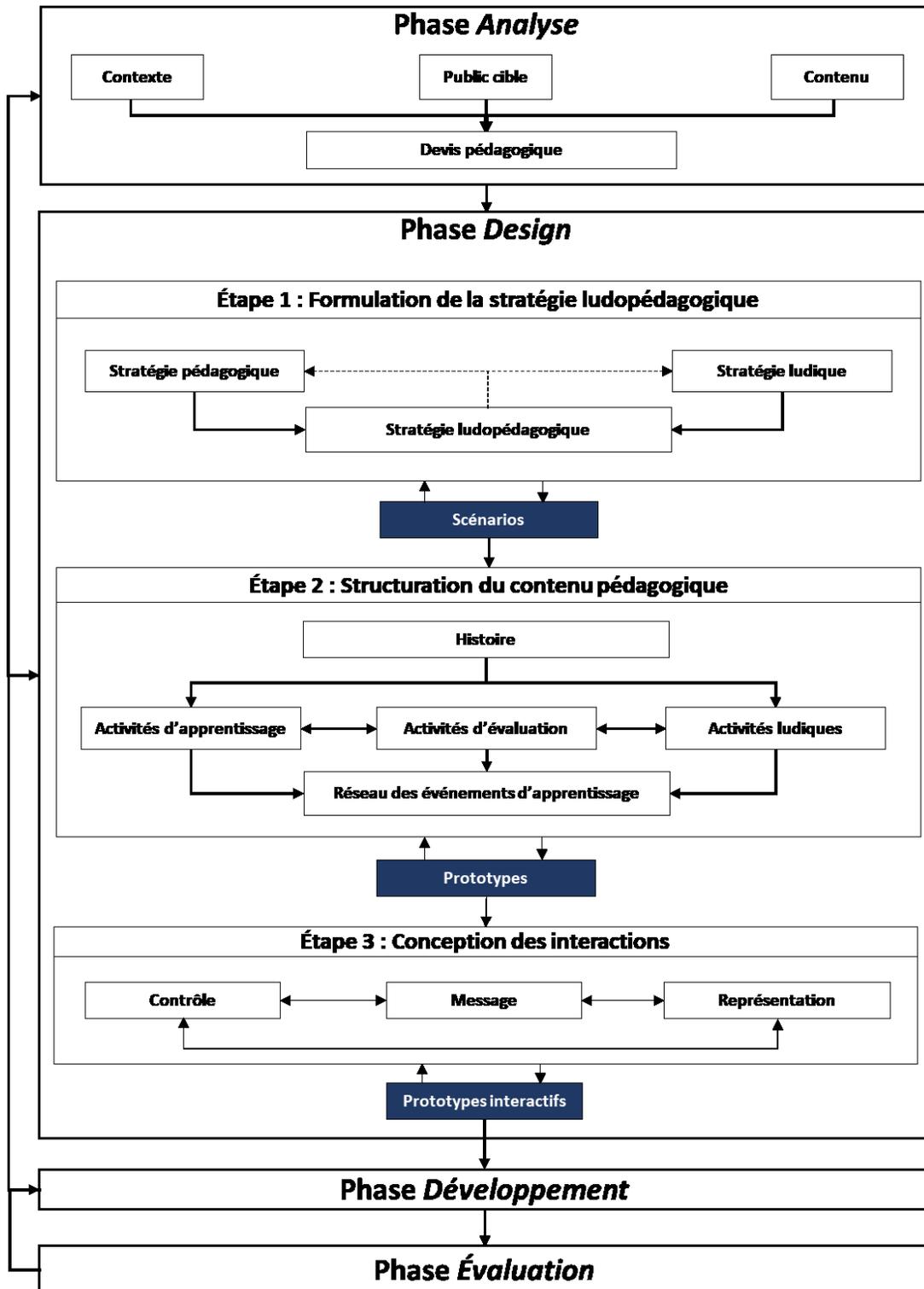
Pour leur part, Tripp et Bichelmeyer (1990) soutiennent que le prototypage est une approche particulièrement pertinente dans le contexte de développement des technologies éducatives puisqu'elle s'intègre adéquatement avec les modèles de design pédagogiques et peut être utilisée à différentes étapes du processus de design.

Pour conclure, à l'issue de l'analyse des résultats, nous avons apporté deux améliorations à notre modèle. La première a consisté en une légère modification du jeu de cartes utilisé pour faciliter la mise en application du modèle, alors que la deuxième amélioration a consisté en l'ajout des étapes de prototypage au terme de chacune des principales étapes de la phase de design. Cette dernière avait pour but de remédier à deux limites de notre modèle, à savoir le manque d'implication des apprenants dans le processus et le manque d'évaluations formatives intermédiaires lors de la phase de design. La figure 24 illustre l'ajout des trois étapes de prototypage à la phase de design de la méthodologie proposée par notre modèle.

Par ailleurs, la modélisation de la démarche, sa mise en application et son évaluation avec des praticiens nous ont permis de déduire des principes de design qui devraient guider le processus de développement des jeux sérieux. Nous présentons ces principes dans la section qui suit en réponse à notre troisième question de recherche.

Figure 24

Notre méthodologie détaillée de design des jeux sérieux revue (version 3 de notre modèle)



### 5.3. Principes de design

Dans cette section, nous répondons à la troisième question spécifique de recherche, soit quels sont les principes de design pour conduire le processus de design des jeux sérieux?

En effet, comme le présente la figure 16, la quatrième phase d'une démarche de recherche orientée par la conception est la réflexion pour produire des principes de design et améliorer l'implémentation de la solution au problème identifié lors de la première phase (Reeves, 2006). Dans ce sens, nous présentons dans cette section, des principes de design qui découlent de notre analyse de données afin de guider le processus de design d'un jeu sérieux.

Plus spécifiquement, les résultats de notre étude nous ont permis de déterminer certaines implications pratiques pour les concepteurs en matière de design des jeux sérieux. L'agrégation de celles-ci nous a permis de déterminer cinq principes de design dont la finalité est de proposer des lignes directrices pour conduire et évaluer un processus de design des jeux sérieux dans le respect des règles de l'art. C'est-à-dire des lignes directrices qui sont bien fondées théoriquement et qui tiennent compte de la réalité professionnelle des concepteurs pour être applicables dans différents contextes. De même, ces principes constituent un palier conceptuel intermédiaire entre le volet théorique de notre modèle, qui décrit l'expérience optimale d'apprentissage par jeu sérieux (section 5.4), et le volet opérationnel du modèle, qui propose une méthodologie détaillée pour conduire le processus de design.

Le tableau 24 retrace notre démarche pour produire ces principes de design. À cet effet, il reprend une synthèse des principaux résultats, qui ressortent de notre analyse de données collectées lors des discussions de groupe, en lien avec la conduite du processus de design des jeux sérieux. De même, il montre comment nous avons regroupé ces résultats autour des implications pratiques pour le design des jeux sérieux, soit des conditions et des règles à respecter pour réussir le processus de design. En l'occurrence, ces implications portent sur la constitution du système de jeu sérieux et ses composantes, ainsi que sur les meilleures pratiques pour les concevoir. En outre, il montre comment nous avons

regroupé et reformulé les implications pratiques sous forme de cinq principes de design, que nous présentons en détail dans cette section.

### **5.3.1. Premier principe : penser le jeu sérieux en tant qu'un système modulaire**

Les résultats d'analyse des données suggèrent qu'un des apports de notre modèle est de proposer une architecture modulaire des jeux sérieux qui permet d'identifier les éléments constituant ces systèmes et leurs interrelations. De l'avis de nombreux participants à notre étude du groupe débutant ( $n=3/8$ ) et du groupe mixte ( $n=6/10$ ), cette architecture présente deux avantages qui faciliteraient la conduite du processus de design. Le premier avantage étant de réduire la complexité inhérente au processus par la décomposition des jeux sérieux en éléments plus fins. Tandis que le deuxième avantage est d'explicitier le mode de fonctionnement du système qui est souvent invisible et, de ce fait, faciliter le design de l'expérience d'apprentissage qui résulterait de ce système.

Eu égard à ces avantages, comme le suggère le tableau 24, nous pouvons arguer que penser le jeu sérieux en tant qu'un système décomposable en éléments interreliés, par l'identification des sous-systèmes et des relations dynamiques entre ceux-ci, permet de réduire la complexité du processus de design de ces dispositifs. De même, avec une décomposition du système de façon modulaire, comme le suggère Gibbons (2013) dans l'approche architecturale de design des environnements d'apprentissage, il est possible de mieux structurer le processus de design et de sélectionner, pour le design de chaque sous-système, les théories et les outils appropriés. En outre, une telle décomposition du jeu sérieux en sous-système interreliés concourt avec la perspective systémique qui caractérise, à la fois, le processus de design des jeux et le processus de design pédagogique.

À cet égard, rappelons que de nombreux auteurs (Gagné et al., 1992; Gibbons, 2013; Reigeluth et Carr-Chellman, 2009; Smith et Ragan, 2004) définissent les environnements et dispositifs d'apprentissage en tant que *systèmes*, y compris les simulations et les jeux sérieux (Mayer, 2014). Il est de même dans le domaine de design des jeux vidéo (section 2.1.1).

Tableau 24

Implications des résultats et principes de design

Résultats de l'analyse des données	Implications pour les concepteurs	Principes de design
<ul style="list-style-type: none"> <li>Le modèle proposé permet de démystifier le fonctionnement invisible d'un jeu sérieux</li> <li>Le modèle permet de structurer un jeu sérieux, selon une approche architecturale, en sept éléments interreliés</li> <li>Le parallèle que propose le modèle, entre les processus de design pédagogique et design de jeu, réduit la complexité de design des jeux sérieux</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Concevoir un jeu sérieux en tant que système constitué d'éléments interreliés permet de réduire la complexité du processus de design et de choisir des outils adaptés pour chaque élément</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Penser le jeu sérieux en tant qu'un <b>système modulaire</b></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Le processus de design d'un jeu sérieux repose sur les intrants d'une analyse contextuelle</li> <li>Les paramètres du contexte (ex. organisation, budget, temps) orientent les choix technologiques et pédagogiques</li> <li>La collaboration entre les concepteurs et toutes les parties prenantes est importante pour la réussite d'un projet de design</li> <li>L'approche de design centré sur l'utilisateur aide à tenir compte des besoins de l'apprenant et des autres parties prenantes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Intégrer l'analyse du contexte pour tenir compte de l'apprenant, des autres parties prenantes et du contexte organisationnel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Penser le jeu sérieux en tant qu'un <b>système sociotechnique</b></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>L'enjeu principal de design des jeux sérieux réside dans la complexité d'intégrer le ludique et l'éducatif</li> <li>L'utilisation d'une structure narrative, comme le voyage du héros ou la rhétorique procédurale, facilite l'intégration des éléments ludiques (fantaisie) avec les éléments éducatifs</li> <li>La théorie du flux permet de lier le ludique à l'éducatif et d'équilibrer entre les deux</li> <li>La technologie n'est qu'un aspect parmi d'autres dans le processus de design</li> <li>Les choix pédagogiques sont tributaires des choix technologiques mais ce sont les choix pédagogiques qui impactent l'atteinte des objectifs d'apprentissage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les aspects ludiques et éducatifs doivent être intégrés de sorte à former un système holistique</li> <li>Un équilibre entre le ludique et l'éducatif doit être observé. La théorie du flux peut aider à cet effet</li> <li>Penser le jeu sérieux en tant qu'une expérience plutôt qu'un dispositif technologique permet de mettre l'accent sur le processus d'apprentissage plutôt que sur l'outil</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Concevoir un jeu sérieux qui permet l'émergence d'une <b>expérience</b> d'apprentissage (ludique et instructive)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>L'apprenant est actif quand il est capable d'interagir avec l'environnement d'apprentissage : réaliser des actions, chercher des informations, faire des choix, etc.</li> <li>Le modèle de Kolb facilite la mise en place d'apprentissage expérientiel dans un jeu sérieux</li> <li>Le choix des stratégies et des mécaniques des jeux impactant l'atteinte des objectifs d'apprentissage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Un jeu sérieux doit permettre à l'apprenant d'interagir avec l'environnement d'apprentissage pour construire son expérience d'apprentissage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>L'interactivité</b> est le socle sur lequel repose l'expérience d'apprentissage</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Pour s'assurer de l'alignement et l'ajustement entre les objectifs, les activités et l'évaluation, ainsi que l'arrimage entre les aspects ludiques et éducatifs, des étapes d'évaluation formatives (tests, itérations et révisions) sont essentielles</li> <li>L'utilisation des prototypes apporte beaucoup d'efficacité au processus de design</li> <li>L'apprenant est à impliquer dès le début du processus de design</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>L'apprenant doit être au centre du processus de design</li> <li>Le recours à l'approche de design centrée sur l'utilisateur facilite l'alignement et l'arrimage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Le design d'un jeu sérieux est un processus <b>itératif centré sur l'utilisateur</b> qui passe par des tests, ajustements et révisions</li> </ul>

Cependant, rappelons également que c'est l'interdépendance entre les composants d'un jeu sérieux qui permet au système de remplir sa fonction en tant qu'environnement d'apprentissage. Ce point de vue ressort clairement dans le point de vue suivant de Banathy (1968) :

It is the system as whole – and not its parts separately – that must be planned, designed, developed, installed, and managed. What is significant is not how individual components function separately, but the way they interact and are integrated into the system for the purpose of achieving the goal of the system (Banathy, 1968, p. 2).

Par ailleurs, comme nous le proposons dans le principe suivant (principe 2), il serait judicieux que ce système soit pris au sens plus large, et de ce fait, intègre également les apprenants et leurs contextes afin de développer une solution à même d'atteindre les objectifs d'apprentissage.

### **5.3.2. Deuxième principe : penser le jeu sérieux en tant qu'un système sociotechnique**

Les résultats d'analyse des données ont fait ressortir l'importance qu'accordent les concepteurs des jeux sérieux à l'analyse du contexte social, technique et organisationnel, en vue de mieux cerner les besoins d'un projet de design d'un jeu sérieux. Plus spécifiquement, comme le montre le tableau 24, nous retenons des commentaires de plusieurs participants des trois groupes de discussions que les objectifs, les stratégies et les choix pédagogiques d'un jeu sérieux dépendent des spécificités du contexte, comme les besoins et profils des apprenants, les besoins de l'organisation et les ressources disponibles. En plus, la collaboration avec les parties prenantes d'un projet de design d'un jeu sérieux est cruciale. De même, plusieurs participants des groupes débutant et mixte ont relevé la dimension collaborative et multidisciplinaire du processus de design. Par conséquent, nous proposons dans ce deuxième principe qu'il serait pertinent de penser le jeu sérieux en tant qu'un système sociotechnique, comme le stipule la perspective sociotechnique (Goodrum et al., 1993).

En effet, du point de vue de cette perspective, le design d'un système d'apprentissage se fonde sur une analyse du contexte qui doit prendre en considération les dynamiques des personnes,

l'environnement, les pratiques professionnelles et la technologie pour développer des environnements riches (Goodrum et al., 1993). En l'occurrence, Cagiltay et al. (2008) soutiennent que, dans cette perspective, le concepteur doit considérer aussi bien les aspects techniques du système (outils, techniques, procédures) que les aspects sociaux (parties prenantes, rôles, relations et tâches). À cet effet, Cagiltay et al. (2008) recommandent d'adopter une approche de design itératif, centrée sur l'utilisateur, qui remédie à plusieurs limites des approches traditionnelles de design centrées essentiellement sur les étapes du processus plutôt que sur les besoins de l'apprenant.

En outre, comme nous le présentons dans le principe suivant (principe 3), un autre avantage d'une telle approche est de mettre l'accent sur la finalité de la solution à produire, soit l'expérience d'apprentissage, plutôt que sur le support ou le dispositif technique (logiciel ou application informatique).

### **5.3.3. Troisième principe : concevoir un jeu sérieux qui permet l'émergence d'une expérience d'apprentissage**

En s'inspirant de la théorie d'apprentissage expérientiel (Kolb, 2014), nous entendons par expérience d'apprentissage le processus dynamique, continu et évolutif par lequel l'apprenant se construit un savoir. Il s'agit d'un processus qui se fait dans l'action, en interaction avec l'environnement, le contenu et les personnes, par la mobilisation des ressources cognitives, affectives et comportementales.

À cet égard, les résultats confirment notre présomption initiale, soit la difficulté de design des jeux sérieux réside dans la complexité d'intégrer les aspects ludiques avec les aspects éducatifs, d'une façon cohérente et holistique. En d'autres termes, l'enjeu principal de design d'un jeu sérieux est de créer un système qui permet l'émergence d'une expérience d'apprentissage, à la fois ludique et instructive.

Dans ce sens, comme nous l'avons présenté dans la section *Résultats* et l'avons repris dans le tableau 24, l'analyse des données a fait ressortir que la difficulté de design des jeux sérieux se rattachent à des éléments comme le choix des stratégies ludiques et pédagogiques en fonction des profils

d'apprenants et de la nature du contenu, l'alignement entre les objectifs d'apprentissage, les activités et l'évaluation des acquis ou encore l'arrimage et l'équilibre entre les activités de jeu et celles d'apprentissage. En d'autres termes, elle se rattache à la conception d'une expérience d'apprentissage.

Par conséquent, nous pouvons arguer que le design des jeux sérieux consiste essentiellement en la conception d'une expérience d'apprentissage qui émergerait de ce jeu plutôt que sur le dispositif (application informatique), qui n'est qu'un moyen à une fin. La finalité principale du processus de design d'un jeu sérieux étant l'apprentissage et non le moyen, au même titre qu'un jeu vidéo dont la finalité principale est le divertissement, et non le logiciel. Dans ce sens, nos résultats ont mis en évidence également que, pour des concepteurs experts, la technologie n'est qu'un aspect parmi d'autres dans le processus de design des jeux sérieux.

Nos résultats et interprétations sont soutenus par les principes de l'apprentissage expérientiel (Kolb, 2014) ainsi que des travaux d'autres auteurs dans le domaine du design des jeux. En effet, pour Kolb (2014), l'apprentissage est mieux conçu en tant que processus qui se fait par l'acquisition et la transformation de l'expérience plutôt qu'en tant que résultats d'apprentissage sous forme de comportements et de la rétention des informations. De façon analogue, des auteurs dans le domaine de design des jeux (Adams, 2013; Hunicke et al., 2004; Salen et Zimmerman, 2004) avancent que l'expérience du jeu ne vient pas directement du système du jeu (logiciel), mais de l'interaction du joueur avec ce système et avec le contexte où se déroule le jeu. En d'autres mots, l'action de jouer est une expérience qui se construit au fur et à mesure de l'avancement dans le jeu. C'est le joueur qui amorce l'expérience et l'alimente en faisant des choix à différents moments du jeu. Alors que le système guide et oriente cette expérience à travers un ensemble de règles qui définissent le but, les objectifs, les actions permises et les actions interdites. En l'occurrence, le rôle du concepteur de jeu (*game designer*) est de définir les paramètres du système de jeu et les conditions d'émergence de l'expérience.

À cet effet, les résultats ont fait ressortir que notre modèle suggère trois techniques qui permettent réduire la complexité de design des jeux sérieux et établir les conditions d'émergence d'une expérience d'apprentissage ludique, à savoir 1) une démarche permettant d'identifier la stratégie ludopédagogique à partir des profils d'apprenant et le type de contenu, 2) l'utilisation d'une structure narrative, comme le voyage de héros, pour faciliter l'organisation du contenu et l'intégration des éléments ludiques avec les éléments éducatifs et 3) l'opérationnalisation des principes de la théorie de flux, pour lier les défis (activités de jeu) avec les compétences (activités d'apprentissage), en vue de créer une expérience optimale.

Par ailleurs, comme nous le présentons dans le principe suivant (principe 4), dans le cas d'un jeu sérieux, l'expérience d'apprentissage émerge de l'interaction de l'apprenant avec le système et se construit dynamiquement et progressivement le long de la session du jeu, notamment par l'interactivité que ce système offre.

#### **5.3.4. Quatrième principe : penser l'interactivité comme un socle de l'expérience d'apprentissage**

Les résultats mettent en évidence un certain consensus entre les participants des trois groupes (débutant, mixte, expert) quant à l'importance de rendre l'apprenant actif lors du processus d'apprentissage. Comme nous l'avons présenté dans la section *Résultats* et l'avons aussi repris dans le tableau 24, cette importance ressort notamment de l'insistance de plusieurs participants sur l'importance d'impliquer les apprenants dans le processus de design pédagogique et la nécessité de choisir des stratégies pédagogiques en fonction de leurs profils afin de susciter leur engagement et motivation. De même, elle ressort également de l'importance qu'ont accordée les participants à la nécessité de lier les actions ludiques dans le jeu au contenu à apprendre de sorte à créer une expérience holistique, que ce soit en veillant à l'alignement des objectifs, activités et évaluations, à l'arrimage du volet ludique et du

volet instructif ou encore à l'opérationnalisation de la théorie du flux pour lier les défis à la construction des compétences.

Le cas échéant, rendre l'apprenant actif de son apprentissage dans un jeu sérieux repose sur le niveau d'interactivité que ce système offre (Gunter et al., 2008). De ce fait, nous suggérons dans ce quatrième principe que l'interactivité est le socle sur lequel repose l'expérience d'apprentissage par jeux sérieux.

En effet, la littérature suggère que les jeux sérieux sont des environnements d'apprentissage hautement interactifs (Moreno et Mayer, 2007). De plus, comme le soutiennent Gunter et al. (2008), l'interaction entre l'apprenant et le système de jeu sérieux est une condition préalable à l'engagement qui, à son tour, est la condition préalable à l'immersion. De même, l'interaction, l'engagement et l'immersion sont des conditions nécessaires à un apprentissage intrinsèquement motivant.

En outre, du point de vue de la théorie d'apprentissage expérientiel (Kolb, 2014), le processus d'apprentissage passe par l'action de l'apprenant. Plus spécifiquement, le modèle d'apprentissage expérientiel suggère que le processus d'apprentissage commence par une action de l'apprenant lui permettant la formation d'une expérience concrète ou immédiate. De cette expérience, il fait des observations réflexives, puis des conceptualisations abstraites lui permettant de formuler des hypothèses. Enfin, il entreprend à nouveau des actions pour valider les connaissances acquises et les utiliser pour de nouvelles expériences. Par conséquent, les jeux sérieux en tant qu'environnements favorisant un apprentissage authentique et expérientiel doivent permettre à l'apprenant d'agir et d'interagir avec les systèmes de ces environnements.

Enfin, comme le suggère Gibbons (2013), l'interactivité est le moyen qui permet la communication entre les différents sous-systèmes d'un environnement d'apprentissage. Plus spécifiquement, l'auteur postule, qu'à travers une interface, l'interaction avec cet environnement se fait par les systèmes de *contrôle*, de *messages* et de *représentation*. Le système de contrôle permet l'action sur l'environnement.

Le système de messages soutient les « conversations pédagogiques » entre l'apprenant et le système. Alors que le système de représentation porte sur l'interface graphique qui permet de traduire les interactions en une expérience sensorielle visuelle et auditive.

Par conséquent, l'interactivité comme élément fondamental de l'émergence de l'expérience d'apprentissage devrait jouir d'une attention particulière de la part des concepteurs lors processus de design d'un jeu sérieux. Ces concepteurs sont alors amenés à concevoir un système qui permet aux apprenants d'interagir efficacement avec l'environnement en vue de construire une expérience d'apprentissage ludique et instructive.

Dans le principe qui suit (principe 5), nous expliquons que la conception d'un tel système est un processus itératif, centré sur l'utilisateur, dont les mots d'ordre sont : tests, ajustements et révisions.

### **5.3.5. Cinquième principe : tester, ajuster, réviser**

Comme nous l'avons présenté dans la section *Résultats* (section 4.2.2.4) et repris dans le tableau 24, plusieurs participants ont insisté sur la nécessité de veiller, lors du processus de design, à l'alignement pédagogique entre les objectifs d'apprentissage, les activités et les évaluations des acquis, ainsi que la nécessité d'arrimage entre les activités ludiques et éducatives.

À cet égard, ces participants ont soulevé une limite de notre modèle, soit le manque d'étapes d'évaluation formative entre les étapes de la phase de design. De même, ils ont souligné que l'objectif de ces évaluations est de tester progressivement et continuellement chacun des livrables intermédiaires de la phase de design, de leur apporter les ajustements nécessaires et de refaire des révisions pour s'assurer de la pertinence des ajustements apportés.

Pour remédier à cette limite, nous avons apporté des ajustements à notre modèle en y intégrant des étapes de prototypage et d'évaluations formatives (figure 24) selon une approche de design centrée sur l'utilisateur. De même, nous proposons dans ce principe la nécessité de tester, ajuster et réviser en continu les extrants de chacune des étapes et des phases de design, le long du processus, en impliquant

activement les apprenants dans ce processus par le recours à l'utilisation des prototypes et des techniques d'évaluation formative.

En effet, comme le soulignent Dick et Carey (1991), l'évaluation formative est un processus de collecte des informations en vue d'améliorer le produit, alors que celui-ci est encore en développement. De ce fait, avant la livraison du produit final, des retours récurrents aux phases d'analyse, de design et développement font partie du processus. Ces retours reflètent le caractère itératif du processus de design tel qu'il est mis en œuvre concrètement par les praticiens, par contraste au caractère linéaire que la majorité des modèles de design laissent supposer (Tessmer, 1995).

En outre, l'évaluation formative doit être conduite avec les apprenants dans le cadre d'une approche centrée sur l'utilisateur. Dans ce sens, Cagiltay et al. (2008) soutiennent que la participation des utilisateurs doit être initiée tôt dans le projet, au lieu de se limiter à une analyse des besoins en début de projet ou à des tests en fin de développement. De même, elle doit consister en une « réflexion lors de l'action » où les phases du processus de design sont modulées de sorte à répondre d'une façon intelligente et créative aux aléas du contexte comme l'incertitude, la nouveauté et les conflits. Cependant, il appartiendrait aux concepteurs de gérer adéquatement le niveau et le périmètre de cette participation.

En conclusion de cette section et à la lumière de nos résultats, nous pouvons suggérer que le design d'un jeu sérieux devrait respecter cinq principes. Le premier principe suggère qu'un jeu sérieux est un système modulaire composé d'éléments dont l'interdépendance permet au système de remplir sa fonction en tant qu'environnement d'apprentissage. Le deuxième principe suggère que ce système est de nature sociotechnique puisqu'il s'agit d'un dispositif technologique ancré dans le contexte social de l'apprenant. Le troisième principe suggère que le design du système doit viser l'émergence d'une expérience d'apprentissage plutôt que la production d'un artefact technologique. Le quatrième principe suggère que cette expérience est basée sur l'interactivité du système. Enfin, le cinquième principe stipule

que le processus de design doit être itératif et continuellement évalué, et ce, jusqu'à la production de la version finale du produit.

Par ailleurs, nous estimons que l'intégration de ces principes dans les démarches de design pédagogique permettrait la conception des jeux sérieux à même d'offrir une expérience optimale d'apprentissage. Dans la section qui suit, nous décrivons les attributs et les conditions d'émergence de cette expérience.

#### **5.4. Expérience optimale de l'apprentissage**

Cette section vise à répondre à la quatrième question spécifique de recherche, à savoir quel est le modèle théorique d'une expérience optimale d'apprentissage par jeu sérieux ? Elle s'inscrit dans la continuité de la section précédente (section 5.3), qui définit les principes à prendre en considération pour concevoir une expérience d'apprentissage motivante et instructive, en définissant quels sont les attributs et les conditions d'émergence de cette expérience.

En effet, dans la section précédente (principe 3), nous avons établi, à partir de la théorie d'apprentissage (Kolb, 2014), que l'expérience d'apprentissage est le processus par lequel l'apprenant se construit un savoir dans l'action par la mobilisation des ressources cognitives, affectives et comportementales. De même, nous retenons de la théorie du flux (Csíkszentmihályi, 1990) qu'une expérience optimale, conduisant à un état de flux, requiert une interdépendance entre les défis de d'une activité et les compétences de l'individu.

Par conséquent, nous entendons par une « expérience optimale d'apprentissage par jeu sérieux », toute expérience d'apprentissage où le développement des compétences et la progression dans le jeu sont intimement liés de sorte à permettre un apprentissage efficace et un niveau élevé de motivation intrinsèque.

À cet effet, comme en témoigne le tableau 25, notre interprétation des résultats de recherche, notamment pour les principes de design qui en émergent, nous a permis d'identifier des attributs et des conditions d'émergence d'une expérience optimale d'apprentissage par jeu sérieux.

Ainsi, nous proposons qu'une expérience optimale d'apprentissage par jeu sérieux soit une expérience interactive, ancrée dans le contexte social et qui se construit activement, lors de la réalisation des activités de jeu et d'apprentissage, par l'interaction entre l'apprenant et le système. La figure 25 présente le modèle théorique de cette expérience.

Par ailleurs, comme le montre le tableau 25, les implications de nos principes de design permettent d'identifier quatre types d'interactions indissociables et complémentaires qui permettent l'émergence d'une expérience optimale d'apprentissage par jeux sérieux, soit des interactions sociales, cognitives, affectives et psychomotrices.

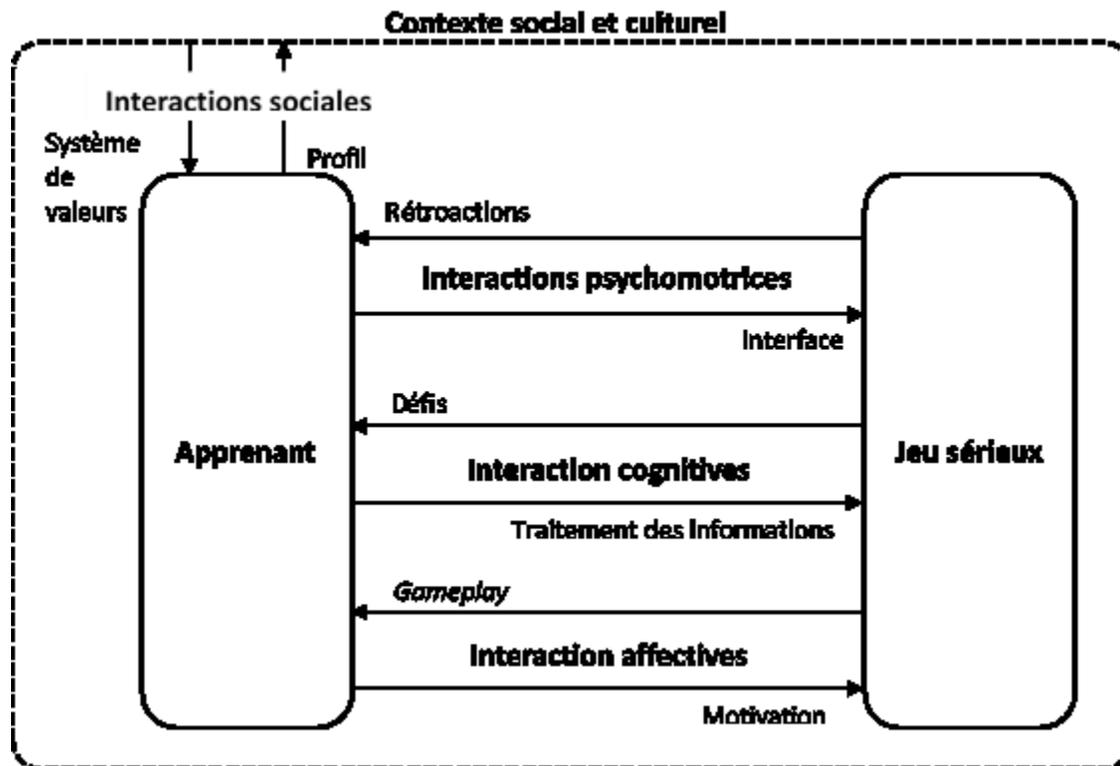
**Tableau 25**

*Attributs et conditions d'émergence d'une expérience optimale d'apprentissage par jeu sérieux*

<b>Principes de design</b>	<b>Attributs et conditions de l'expérience</b>
<b>Principe 1</b> : penser le jeu sérieux en tant qu'un système modulaire	<ul style="list-style-type: none"> <li>• L'expérience d'apprentissage se construit à travers multiples interactions avec les différents sous-systèmes du jeu sérieux</li> </ul>
<b>Principe 2</b> : penser le jeu en tant qu'un système sociotechnique	<ul style="list-style-type: none"> <li>• L'expérience se construit en interaction avec le contexte social. De ce fait, elle est de nature sociale</li> </ul>
<b>Principe 3</b> : concevoir un jeu sérieux qui permet l'émergence d'une expérience d'apprentissage	<ul style="list-style-type: none"> <li>• L'expérience d'apprentissage se fait à travers des interactions de natures cognitive (traitement cognitif) et affective (ludique)</li> </ul>
<b>Principe 4</b> : Penser l'interactivité comme un socle de l'expérience d'apprentissage	<ul style="list-style-type: none"> <li>• L'expérience doit permettre d'agir et d'interagir avec le système, au niveau sensoriel et physique. Nous qualifions ce type d'interactions de psychomotrices</li> </ul>
<b>Principe 5</b> : tester, ajuster, réviser	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toutes les interactions sont complémentaires pour permettre une expérience holistique et équilibrée</li> </ul>

Figure 25

Modèle théorique de l'expérience optimale d'apprentissage par jeux sérieux



- **Les interactions sociales**

Notre deuxième principe de design stipule qu'un jeu sérieux est un système sociotechnique. En l'occurrence, les interactions entre l'apprenant et le système de jeu sérieux prennent place dans un contexte social donné.

À cet égard, force-nous est de constater que les approches de design centrées sur l'utilisateur reflètent l'importance de ce type d'interactions en s'insistant sur l'importance d'impliquer l'apprenant, dès le début, dans toutes les phases du processus de design. L'objectif de cette implication étant de bien comprendre le contexte de la formation et de cerner les besoins, attentes et préférences des apprenants

en vue de faciliter ces interactions, et par conséquent, concevoir un environnement d'apprentissage adapté.

De même, comme le suggèrent les théories d'apprentissage constructivistes, l'interaction entre l'apprenant, son environnement et les autres apprenants est au cœur du processus d'apprentissage. Plus spécifiquement, ces théories postulent que l'apprentissage se fait par l'action dans un environnement authentique pour construire une réalité qui donne une signification unique à l'apprenant à partir de ses propres expériences (Duffy et Jonassen, 1991). De ce fait, l'apprentissage est un processus actif de construction de cette réalité (Basque et al., 1998).

Cette idée de construction d'une réalité individuelle, subjective et contextualisée en interaction avec l'environnement, nous la retrouvons également dans le processus de jeu. En effet, pour Salen et Zimmerman (2004), l'interaction entre le joueur et le système de jeu est aussi d'ordre social et culturel. Elle consiste à positionner l'expérience du jeu dans un contexte qui donne un sens particulier à l'expérience du jeu.

Dans ce sens, Salen et Zimmerman (2004) expliquent que, d'un point de vue sémiotique, le jeu vidéo n'est qu'un système de signes représentant des objets ou des idées. L'expérience de jeu émerge alors de l'interprétation de ces signes par le joueur à partir de son expérience personnelle, mais aussi à partir d'un système de valeurs et de significations co-construit et partagé par la communauté des joueurs.

Pour leur part, Malone et Lepper (1987) estiment que les interactions sociales peuvent constituer une source de motivation lors de l'apprentissage par jeux sérieux. Le cas échéant, les auteurs suggèrent que cette motivation dépend de la présence d'autres personnes et en identifient trois formes d'interactions sociales, à savoir la coopération, la collaboration entre les apprenants dans un environnement d'apprentissage par jeu numérique et la reconnaissance sociale (reconnaissance des performances par les pairs).

De ce qui précède, nous pouvons avancer que la conception des interactions sociales, lors du processus de design des jeux sérieux, permet d'atteindre au moins trois buts : prendre en considération le contexte et l'environnement de l'apprentissage, permettre aux apprenants de construire et donner un sens à leur expérience d'apprentissage et proposer des expériences d'apprentissage social basées sur des motivations sociales, comme la collaboration, la coopération et la reconnaissance.

- **Les interactions cognitives**

D'un point de vue des théories d'apprentissage, notamment constructivistes et cognitivistes, l'apprentissage ne peut se faire sans un traitement actif des connaissances. En ce sens, nous proposons que les interactions qui portent sur ce traitement soient des interactions cognitives. En l'occurrence, le jeu sérieux propose des situations d'apprentissage, sous forme de défis, alors que l'apprenant utilise des stratégies cognitives pour les interpréter et agir.

Notre point de vue va dans le même sens que celui de Liberman (2006) qui soutient que les jeux sérieux imposent des défis aux joueurs pour résoudre des problèmes. Ces jeux adaptent les niveaux des difficultés pour maintenir les tâches à un niveau présentant un vrai défi pour les joueurs mais sans que celui-ci soit impossible à réussir. Les joueurs reçoivent au fur et à mesure de leur progression des rétroactions pour comprendre comment leurs décisions améliorent ou entravent leurs avancements dans l'atteinte du but de jeu. Ils apprennent ce qui est valorisé par la réception des gratifications ou des punitions. Ils observent les expériences positives ou négatives que les personnages du jeu vivent comme conséquences de leurs comportements.

En outre, comme nous l'avons mentionné dans la problématique, les jeux sérieux ne permettent pas seulement de mobiliser des processus cognitifs lors de l'apprentissage, mais ils permettent également de développer des compétences cognitives et métacognitives.

En effet, comme le soutient Mayer (2001, 2005) le traitement cognitif des informations, lors du processus d'apprentissage par simulations et jeux sérieux, ne peut se faire indépendamment d'un

traitement affectif. Par conséquent, nous pouvons arguer que les interactions cognitives sont étroitement liées aux interactions affectives.

- **Les interactions affectives**

Nous proposons que les interactions affectives renvoient à l'expérience ludique de l'apprenant lors de ses interactions avec le système du jeu sérieux. Elles visent l'émergence d'un haut niveau motivation intrinsèque, que Csíkszentmihályi (1990) qualifie d'état de flux ou d'expérience optimale, pour soutenir le processus d'apprentissage. En l'occurrence, cet auteur définit cet état comme étant « *un état dans lequel les individus sont tellement immergés dans l'activité que rien d'autre ne semble avoir d'importance* » Csíkszentmihályi (1990, p. 4)

À cet égard, Nakamura et Csíkszentmihályi (2002), estiment qu'une telle expérience a pour effets : une concentration totale sur la tâche, une fusion de l'action et de la conscience, une perte de la conscience du soi, un sens de contrôle, une altération de la perception du temps et une expérience autotélique. Le cas échéant, ces auteurs définissent deux conditions pour l'émergence de l'expérience optimale, à savoir : l'adéquation entre les défis et les compétences et l'existence des buts clairs et des rétroactions immédiates.

Dans ce sens, remarquons que ces conditions dépendent de la capacité du jeu sérieux à permettre à l'apprenant d'interagir avec le système pour accomplir les tâches imposées par les défis et d'ajuster ses actions en fonction des rétroactions qu'il reçoit. En d'autres termes, les conditions d'émergence de l'expérience optimale dépendent aussi de la capacité du système à permettre ce que nous qualifions d'interactions psychomotrices.

- **Les interactions psychomotrices**

Notre quatrième principe de design suggère que l'interactivité est le socle sur lequel se fonde l'apprentissage par jeux sérieux. Partant de ce principe, nous suggérons que les interactions psychomotrices sont une partie intégrante de l'expérience d'apprentissage par ce type de jeu.

En l'occurrence, les interactions psychomotrices sont les interactions qui portent, d'une part, sur les actions de l'apprenant pour exécuter les différentes actions offertes par le système, et d'autre part, sur les retours d'informations et les rétroactions du système face à ces actions.

En effet, les jeux sérieux sont des systèmes hautement interactifs (Moreno et Mayer, 2007). L'interactivité se définit comme étant un échange réciproque d'événements, qui nécessite au moins deux objets et deux actions, et qui se produit lorsque ces objets et événements s'influencent mutuellement (Wagner, 1994). Le cas échéant, le système du jeu établit le cadre et les conditions de cet échange, notamment par des règles qui formalisent le but et les actions permises et interdites. Cependant, l'expérience du jeu ne peut avoir lieu que si le joueur interagit avec le système (Salen et Zimmerman, 2004).

En ce sens, les interactions psychomotrices font référence aux interactivités fonctionnelles (interactions avec l'interface graphique du jeu) et explicites (manœuvres de l'apprenant), mises en évidence par Salen et Zimmerman (2004) dans le cas d'un jeu numérique.

Dans le même ordre d'idée, Gibbons (2013) suggère que les interactions entre un apprenant et un système d'apprentissage se font à l'aide d'une interface qui se compose de trois systèmes interreliés, soit : le contrôle (dispositif pour initier une action), le message (rétroaction du système) et la représentation (interface graphique).

De ce fait, nous pouvons avancer que les interactions psychomotrices, même s'elles sont abstraites et invisibles, sont primordiales pour soutenir l'expérience d'apprentissage, puisque c'est ce type d'interactions qui rend possibles les autres interactions (sociales, cognitives et affectives).

Somme toute, nous pouvons postuler que le modèle théorique de l'expérience optimale d'apprentissage par jeux sérieux ci-proposé suggère que les quatre types d'interactions sont intimement interreliées. Celles-ci sont complémentaires pour créer une expérience holistique menant, sous l'effet des facteurs d'apprentissage et de motivation, à un état de flux (Csíkszentmihályi, 1990). C'est-à-dire un état

d'engagement total dans la réalisation des activités d'apprentissage sous l'effet d'une motivation intrinsèque liée au plaisir inhérent à la réalisation de la tâche. Plus spécifiquement, les interactions sociales permettent d'inscrire l'expérience d'apprentissage dans un contexte qui permet à l'apprenant d'avoir (et de donner) du sens à cette expérience. Les interactions cognitives et affectives permettent d'initier, de traiter et de maintenir l'interaction avec le système. Tandis que les interactions psychomotrices sont le véhicule et le support de toutes les interactions dans le système.

## CONCLUSION

Dans ce dernier chapitre, nous procédons à la conclusion générale de notre recherche. Il est divisé en quatre sections.

Dans la première section, nous présentons une synthèse générale, qui rappelle la problématique et la question générale de la recherche, la solution proposée à cette problématique, la démarche méthodologique pour améliorer celle-ci, les résultats qui ressortent de la collecte des données et l'interprétation de ces résultats.

Dans la deuxième section, nous présentons la contribution de notre recherche dans l'accroissement des connaissances dans le domaine des sciences d'éducation et, en particulier, dans le domaine de design des jeux sérieux. À cet effet, nous présentons les principaux apports de la recherche sur les plans théorique et pratique.

Dans la troisième section, nous présentons les limites de la démarche méthodologique et les impacts de ces limites sur la validité des résultats.

Enfin, dans la quatrième section, nous présentons quelques pistes pour des recherches futures en lien avec notre problématique.

### 6.1. Synthèse générale

Nous avons défini comme problématique de cette recherche le manque d'approches consensuelles et satisfaisantes pour le design des jeux sérieux éducatifs. En l'occurrence, nous avons formulé la question de recherche suivante : *comment concevoir des jeux sérieux éducatifs permettant des expériences d'apprentissage motivantes et pédagogiquement efficaces ?*

Pour répondre à cette question, nous avons adopté d'une démarche méthodologique basée sur la recherche orientée par la conception (*design-based research*). À cet égard, après avoir formulé la

question de recherche, nous avons procédé à l'élaboration d'une solution pratique qui consiste en un modèle de design des jeux sérieux.

Plus spécifiquement, nous avons commencé par identifier, dans la littérature, des principes de design existants qui sont à même de guider le développement de notre modèle. Puis, nous avons articulé ces principes de sorte à élaborer une première version de celui-ci. En l'occurrence, trois orientations ont éclairé l'identification de ces principes, soit l'adaptation du modèle générique de design pédagogique ADDIE, le rapprochement entre les processus de design pédagogique et de design des jeux et l'adaptation de l'approche architecturale de design pour le design des jeux sérieux.

Le modèle ainsi élaboré a révélé de nouveaux questionnements que nous avons formulés sous forme de questions spécifiques de recherche. Ces questions sont en lien avec l'utilité du modèle pour les praticiens, les améliorations éventuelles à lui apporter, les principes de design qui devraient guider le processus de design proposé et l'expérience d'apprentissage optimale qui découlerait de l'application de ce modèle.

Pour répondre à ces questions, notre démarche méthodologique a porté sur deux cycles itératifs, approche cohérente avec le DBR. Le premier cycle a consisté en la mise en application et le test de la première version du modèle que nous avons élaboré. À cet égard, nous avons développé un jeu sérieux éducatif en suivant les phases et les étapes de la démarche que le modèle propose afin d'en identifier les lacunes, qui pourraient émerger lors du processus de design, les améliorations à lui apporter, et par conséquent, les améliorations à apporter au modèle. Le deuxième cycle a consisté en l'évaluation de la démarche par des praticiens en contexte de développement d'un jeu sérieux. Ce dernier cycle a pris la forme d'une série de quatre ateliers de formation et d'application du modèle, chacun suivi d'une discussion en groupe.

Les résultats du premier cycle nous ont permis de tester la démarche proposée sur le plan pratique et d'identifier quelques ajustements à lui apporter. Au terme de ce cycle, nous avons révisé le modèle et produit une nouvelle version pour l'évaluer concrètement avec des praticiens lors du deuxième cycle.

Les résultats du deuxième cycle d'évaluation nous ont permis de constater que, en matière d'utilité pour les praticiens, le modèle offre un cadre structurant, pratique et adaptable pour le design des jeux sérieux. De même, ils ont mis en évidence des améliorations potentielles à sa démarche qui sont liées à l'ergonomie des outils prévus pour faciliter son application, à la place de l'apprenant dans le processus de design et à l'évaluation formative entre les étapes de la phase de design.

À la suite de ces résultats, nous avons revu et ajusté le modèle pour créer une nouvelle version. Cette dernière version constitue l'essence de notre contribution pour combler des carences théoriques et pratiques liées au domaine de design pédagogique des jeux sérieux.

## **6.2. Apports de la recherche**

Le domaine de design des jeux sérieux est un champ récent. Les théories et les modèles qui s'y rattachent sont en stade de construction (Egenfeldt-Nielsen et al., 2013). De même, ces théories et modèles sont rarement applicables directement sur le terrain, comme c'est le cas également pour de nombreux cadres théoriques dans le domaine de la technologie éducative (Akker, 1999; Gibbons, 2013).

Dans ce contexte, notre recherche s'inscrit dans cet effort de construction des connaissances scientifiques relatives au design des jeux sérieux. Plus spécifiquement, elle a pour finalité, d'une part, de contribuer à combler les carences des connaissances théoriques portant sur la compréhension et l'utilisation des jeux sérieux pour une finalité pédagogique, et d'autre part, de mettre à la disposition des concepteurs des outils conceptuels et opérationnels à cette fin.

En lien avec le premier objectif, soit sur le plan théorique, un premier apport de la recherche est de proposer un modèle théorique décrivant les attributs et les conditions d'émergence d'une expérience « optimale » d'apprentissage par jeux sérieux. À cet égard, notre modèle suggère que cette expérience

résulte de quatre types d'interactions, interreliées et complémentaires, entre l'apprenant et le système d'apprentissage, à savoir des interactions sociales, psychomotrices, cognitives, affectives.

De ce fait, notre modèle postule deux implications principales pour le design des jeux sérieux. Premièrement, en qualifiant le processus d'apprentissage par jeu sérieux *d'expérience*, nous proposons que le concepteur pédagogique ne doive pas seulement se concentrer sur le système (le moyen) qui permet à cette expérience d'avoir lieu, mais il devrait surtout mettre l'accent sur ses fonctions et sa finalité (motivation et apprentissage) ainsi que sur les conditions d'émergence de cette expérience (buts clairs, rétroactions immédiates, adéquation entre les défis et les compétences, etc.). De même, nous proposons que cette expérience doive être interactive, permettant un apprentissage expérientiel authentique, facilitant le traitement social, cognitif et affectif des informations et des connaissances. Deuxièmement, en assimilant les quatre types d'interactions (sociales, cognitives, affectives et psychomotrices) à des processus dont chacun a des intrants et des extrants, nous mettons en évidence les composantes de ce système, ses attributs ainsi que les données à prendre en compte pour son design.

Le deuxième apport de la recherche, sur le plan théorique, est la proposition de cinq principes de design qui pourraient guider le processus de design d'un jeu sérieux. Dans ce sens, nous avons suggéré que ce type de jeu devrait être conçu en tant que système modulaire constitué d'un ensemble de composants interreliés pour remplir les fonctions de ce système (principe 1). De même, il devrait être d'une nature sociotechnique qui prend en considération les interactions éventuelles entre les dynamiques des personnes, de l'environnement, des pratiques professionnelles et de la technologie (principe 2). Il devrait également proposer une expérience dont les éléments liés à l'apprentissage et ceux liés au jeu sont ancrés dans l'action et s'intègrent de sorte à créer un état de flux (principe 3) pour le joueur. De plus, ce système devrait proposer une expérience hautement interactive (principe 4). Enfin, le système requiert une évaluation formative continue impliquant les utilisateurs tout au long du processus pour optimiser l'atteinte des objectifs visés (principe 5).

La considération de ces principes lors du processus de design devrait aider à réduire la complexité inhérente au design de ces dispositifs, par l'identification des sous-systèmes et des relations dynamiques entre ceux-ci, à structurer le processus de design et à sélectionner les outils et les théories appropriés, ainsi qu'à intégrer de nouvelles approches de design centrées sur l'utilisateur.

En lien avec le deuxième objectif de la recherche, soit sur le plan pratique, la contribution de la recherche consiste en une méthodologie détaillée de design des jeux sérieux et des outils d'aide au design. L'objectif étant de lier la théorie à la pratique et d'offrir aux praticiens des orientations claires et des outils pratiques pour les soutenir dans le processus de design.

À cet effet, notre modèle suggère une méthodologie pour le design des jeux sérieux qui repose sur des orientations issues, à la fois, du domaine de design pédagogique et du domaine de design des jeux afin d'intégrer des techniques des deux domaines. Cette méthodologie propose un processus itératif et participatif basé sur l'approche de design centré sur l'utilisateur. Ce processus met en évidence quatre phases, à savoir les phases *d'analyse, de design, de développement* et *d'évaluation*. En l'occurrence, cette dernière phase est transversale et intégrée aux autres phases tout au long du processus.

En ce qui concerne les outils d'aide au design, notre modèle propose un diagramme représentant le processus de design et un jeu de 46 cartes dont chacune définit les paramètres pédagogiques, ludiques et techniques, associés à chaque étape et sous-étape du processus de design. Ces outils servent deux objectifs. D'abord, ils se présentent comme un échafaudage cognitif pour les concepteurs pédagogiques débutants, lors de leur initiation au design des jeux sérieux, en les guidant dans chacune des étapes du processus. Deuxièmement, ils peuvent être utilisés, dans le cadre d'une démarche participative de design centrée sur l'utilisateur, comme support pour la collaboration entre les différentes parties prenantes.

Pour résumer, notre recherche propose un cadre théorique pour décrire l'expérience optimale d'apprentissage par jeux sérieux, des principes de design pour guider le processus de design de ces jeux, une méthodologie détaillée à cette fin et des outils d'aide au design. Par conséquent, nous pouvons arguer

que l'objectif général de la recherche, soit l'élaboration d'une démarche globale, cohérente et intégrée de design des jeux sérieux est atteint. Néanmoins, cette recherche présente trois limites qu'il est important de souligner.

### **6.3. Limites de la recherche**

Comme nous l'avons souligné dans la section Méthodologie, la recherche orientée par la conception diffère des approches traditionnelles de recherche par l'accent mis sur l'identification d'un problème pratique, l'implication des praticiens tout le long du processus et l'aboutissement à des solutions innovatrices. De ce fait, comme le soutiennent Sanchez et Monod-Ansaldi (2015), cette approche s'impose en rupture avec les méthodologies, de type comparatiste, dont les critères de scientificité sont la reproductibilité ou la prédictibilité des résultats. Ses critères de scientificité sont plutôt des critères de validité interne et des critères portant sur le processus de recherche lui-même. Plus spécifiquement, ces auteurs définissent, en citant Nieveen (2007), cinq critères pour évaluer la qualité d'une méthodologie de ce type de recherche. Ces critères sont : la pertinence (existence d'un besoin avéré de l'intervention mise en œuvre), la validité (la solution est-elle fondée sur des savoirs scientifiques ?), la cohérence (l'intervention présente-t-elle une organisation logique ?), la praticabilité (l'intervention peut-elle être mise en œuvre dans le cadre pour lequel elle a été développée ?) et l'efficacité (l'intervention donne-t-elle les résultats escomptés ?).

Au regard de ces critères, nous avons identifié trois limites à la démarche méthodologique de notre recherche. La première limite a trait au processus de développement de la solution. Elle porte sur le manque d'implication des praticiens dans certaines étapes de la démarche. En effet, selon Reeves (2006), une démarche basée sur la recherche orientée par la conception se fait en étroite collaboration avec les praticiens, en particulier pour les trois premières phases (analyse des problèmes réels, développement d'une solution et tests et affinements de la solution). Or, lors de la première phase, nous n'avons eu recours que minimalement aux praticiens pour analyser le problème faisant objet de cette

recherche. En l'occurrence, nous avons identifié et analysé le problème sur la base de nos constats et expériences en tant que concepteur pédagogique. De même, les discussions avec les praticiens à ce propos se sont limitées à des échanges informels, que nous n'avons pas intégrés dans l'analyse des données par respect aux considérations éthiques : ces échanges, puisqu'ils se sont produits avant que la recherche ne soit formellement formulée et entérinée par un jury, se sont déroulés au tout début de la recherche alors que nous n'avions pas encore reçu de certificat institutionnel d'éthique. Cependant, ces échanges nous ont permis, tout de même, d'orienter la recherche.

La deuxième limite est le recours à des principes heuristiques qui n'ont pas été validés empiriquement. Cette limite se rattache à la validité interne de la recherche, en particulier par rapport au critère de validité défini par Nieveen (2007) concernant la conception de la solution sur la base des savoirs scientifiques. À cet égard, soulignons que, même si notre solution proposée s'est basée sur des principes de design existants, certains aspects de cette solution ont été élaborés sur la base des heuristiques et des pratiques professionnelles plutôt que sur des théories ou des modèles validés empiriquement. Plus spécifiquement, les aspects, liés aux choix des stratégies pédagogiques et des genres de jeux en fonction d'un type de compétences particulier ou d'une préférence de jeu, ou encore, la formalisation de la stratégie ludopédagogique, ont été suggérés sur la base d'un raisonnement logique et des déductions à partir des modèles de design pédagogique pour des dispositifs classiques. Le cas échéant nous sommes inspirés des travaux similaires dans le domaine de design pédagogique (Reigluth et Carr-Chellman, 2009; Smith et Ragan, 2004) ou des recommandations professionnelles pour le design des jeux sérieux (Kapp et O'Driscoll, 2009; Prensky, 2007) pour suggérer des stratégies ludopédagogiques en fonction des caractéristiques des publics cibles, des contenus et des objectifs d'apprentissage. Cependant, les fondements de ces suggestions n'ont jamais été validés empiriquement.

La troisième limite concerne le critère d'efficacité qui stipule de s'assurer que l'intervention dans le cadre d'une recherche orientée par la conception donne les résultats escomptés (Nieveen, 2007). À ce

propos, nous n'avons pas validé empiriquement l'apport de la solution sur le terrain en dehors du contexte de cette recherche. Il est certain que nos deux cycles itératifs, notamment la mise en application de la démarche ainsi que la mise en application et l'évaluation par les praticiens, suggèrent que la solution proposée permet à un certain degré d'atteindre le résultat souhaité, soit d'élaborer une démarche globale, cohérente et intégrée. Soulignons toutefois que la dernière version, issue de cette démarche, n'a pas été testée à nouveau pour le développement d'un jeu sérieux en dehors du contexte de la recherche.

#### **6.4. Pistes de recherches futures**

En lien avec la problématique définie dans cette recherche et à la lumière des limites constatées de la démarche méthodologique, nous avons identifié trois nouvelles pistes pour de futures recherches.

Une première piste serait de valider avec des praticiens l'apport de la démarche de design proposée par notre modèle dans des contextes professionnels naturels. Dans ce cas, l'utilisation de la démarche pour le design de jeux sérieux éducatifs, mise en place dans différents contextes professionnels impliquant différentes populations et différents types d'apprentissages, permettrait une meilleure compréhension de l'efficacité de la démarche, des adaptations que les concepteurs pourraient souhaiter et des contraintes liées à sa mise en place en contexte réel. De même, elle permettrait d'évaluer les gains potentiels en productivité et en efficacité, comparativement à d'autres approches de design de jeux sérieux.

Une deuxième piste de recherche serait de valider empiriquement les principes liés aux choix des stratégies pédagogiques et ludiques en fonction des caractéristiques des publics cibles, des types de contenus et des compétences à développer. Dans ce sens, il serait pertinent de chercher et de valider les corrélations les plus fortes entre des stratégies pédagogiques et des stratégies de jeux en vue d'identifier les meilleures adéquations possibles pour formaliser une stratégie ludopédagogique efficace. De même, il serait pertinent de vérifier les scénarios les plus appropriés et efficaces pour intégrer telle stratégie ludopédagogique, en fonction des compétences à développer et des profils de joueurs. De même, il serait

intéressant d'étudier les impacts d'une stratégie ludopédagogique sur la motivation intrinsèque et l'acquisition des connaissances pour un type d'apprentissage donné et une population particulière.

Une troisième piste de recherche pourrait être l'approfondissement de certains aspects de la production de jeux sérieux qui n'ont pas été détaillés par notre étude, comme, à titre d'exemples, l'adaptabilité des environnements de jeux sérieux par l'intégration des techniques d'intelligence artificielle, de techniques de narration interactive (*interactive storytelling*), de techniques de modélisation des joueurs ou encore de l'adéquation entre les mécaniques du jeu et les types d'apprentissages. En l'occurrence, il serait pertinent d'étudier les impacts de ces techniques sur la motivation intrinsèque et l'apprentissage ainsi que les principes de design, les techniques, les méthodes et les processus qui peuvent guider leurs intégrations dans des jeux sérieux.

En définitive, cette recherche contribue à l'accroissement des connaissances dans le domaine de design pédagogique, d'une façon générale, et le design des jeux sérieux particulièrement. Elle apporte une réponse innovante à un problème réel, de même, elle offre de nouvelles perspectives pour le futur.

## BIBLIOGRAPHIE

- Abt, C. C. (1970). *Serious Games*. University Press of America.
- Adams, E. (2013). *Fundamentals of game design*. Pearson Education.
- Alvarez, J. (2007, décembre). *From Video Games to Serious Game* [theses, Université Toulouse]. <https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-01240683>
- Alvarez, J. et Djaouti, D. (2010). *Introduction au serious game*. Questions théoriques.
- Amory, A. (2007). Game object model version II: a theoretical framework for educational game development. *Educational Technology Research and Development*, 55(1), 51-77.  
<https://doi.org/10.1007/s11423-006-9001-x>
- Anderson, A. F. et Bavelier, D. (2011). Action game play as a tool to enhance perception, attention and cognition. Dans *Computer games and instruction* (p. 307-329). IAP Information Age Publishing.
- Anderson, L. W., Krathwohl, D. R et Bloom, B. S. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing : a revision of Bloom's taxonomy of educational objectives /*. Longman.  
<https://eduq.info/xmlui/handle/11515/18345>
- Andrews, D. H. et Goodson, L. A. (1980). A comparative analysis of models of instructional design. *Journal of Instructional Development*, 3(4), 2-16.  
<https://doi.org/10.1007/BF02904348>
- Annetta, L. A. (2010). The "I's" Have It: A Framework for Serious Educational Game Design. *Review of General Psychology*, 14(2), 105-113. <https://doi.org/10.1037/a0018985>
- Ávila-Pesántez, D., Rivera, L. A. et Alban, M. S. (2017). Approaches for Serious Game Design: A Systematic Literature Review, 8(3), 11.
- Banathy, B. H. (1968). *Instructional Systems*.

- Banfield, J. et Wilkerson, B. (2014). Increasing Student Intrinsic Motivation And Self-Efficacy Through Gamification Pedagogy. *Contemporary Issues in Education Research (CIER)*, 7(4), 291-298. <https://doi.org/10.19030/cier.v7i4.8843>
- Barbosa, A. F. S., Pereira, P. N. M., Dias, J. A. F. F. et Silva, F. G. M. (2014). A New Methodology of Design and Development of Serious Games. *International Journal of Computer Games Technology*, 2014, 1-8. <https://doi.org/10.1155/2014/817167>
- Barbosa, H. (2015). *3D Simulation environment: education and training* (p. 132-140).
- Baribeau, C. et Germain, M. (2010). L'entretien de groupe : considérations théoriques et méthodologiques, 28-49.
- Bartle, R. (1996). Hearts, Clubs, Diamonds, Spades: Players Who Suit Muds, 27.
- Bartle, R. A. (2004). *Designing Virtual Worlds*. New Riders.
- Basque, J., Contamines, J. et Maina, M. (2000). Approches de design des environnements d'apprentissage | Cairn.info. Dans *Apprendre avec les technologies* (Presses Universitaires de France, p. 109-119). <https://www.cairn.info/apprendre-avec-les-technologies--9782130575306-page-109.htm>
- Basque, J., Rocheleau, J. et Winer, L. (1998). Une approche pédagogique pour l'école informatisée. <https://ineti2011.files.wordpress.com/2012/04/peda0398.pdf>
- Becker, K. (2007). *Instructional ethology: reverse engineering for serious design of educational games* (p. 121-128).
- Becker, K. (2012). *The History of Edutainment, and Why It Matters* (vol. 2012, p. 2486-2487).
- Becker, K. et Parker, J. (2012). *Serious Instructional Design: ID for digital simulations and games* (p. 2480-2485).

- Bergeron, B. (2006). *Developing Serious Games* (1st edition). Charles River Media.
- Bloom, B. S. et Krathwohl, D. R. (1956). Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. Handbook I: Cognitive domain.
- Bogost, I. (2007). *Persuasive games: The expressive power of videogames*.
- Botturi, L. et Loh, C. S. (2009). Once Upon a Game. Dans *Games: Purpose and potential in education* (p. 1-22). Springer.
- Branch, R. M. (2008). *Instructional design: The ADDIE approach*. Springer.
- Brien, R., Bourdeau, J. et Rocheleau, J. (1999). L'interactivité dans l'apprentissage : la perspective des sciences cognitives. *Revue des sciences de l'éducation*, 25(1), 17-34.  
<https://doi.org/10.7202/031991ar>
- Brown, A. et Green, T. D. (2016). *The essentials of instructional design: connecting fundamental principles with process and practice* (Third edition). Routledge.
- Cagiltay, K., Baek, E.-O., Boling, E. et Frick, T. (2008). User-centered design and development (p. 660-668). <https://doi.org/10.4324/9780203880869.ch49>
- Caillois, R. (1958). *Les Jeux Et les Hommes* (vol. 148, p. 542-543). Gallimard.
- Cameron, B. et Dwyer, F. (2005). The effect of online gaming, cognition and feedback type in facilitating delayed achievement of different learning objectives. *Journal of Interactive Learning Research*, 16(3), 243-258.
- Campbell, J. (2008). *The Hero with a Thousand Faces*. New World Library.
- Cannon-Bowers, J. et Bowers, C. (dir.). (2010). *Serious Game Design and Development: Technologies for Training and Learning*. IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-61520-739-8>
- Carr-Chellman, A. A. (2007). *User Design*. Psychology Press.

- Carvalho, M. B., Bellotti, F., Berta, R., De Gloria, A., Sedano, C. I., Hauge, J. B., Hu, J. et Rauterberg, M. (2015). An activity theory-based model for serious games analysis and conceptual design. *Computers & Education*, 87, 166-181.  
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.03.023>
- Chamberland, G. et Provost, G. (2011). *Jeu, simulation et jeu de rôle*. PUQ.
- Clark, D. (2003). Computer games in education and training. Dans *Presentation at LSDA seminar Learning by playing: can computer games and simulations support teaching and learning for post-16 learners in formal, workplace and informal learning contexts* (Vol. 20).
- Connolly, T. M., Boyle, E. A., MacArthur, E., Hainey, T. et Boyle, J. M. (2012). A systematic literature review of empirical evidence on computer games and serious games. *Computers & Education*, 59(2), 661-686. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.03.004>
- Corti, K. (2006). Games-based Learning; a serious business application. *Informe de PixelLearning*, 34(6), 1-20.
- Csikszentmihalyi, M. (1990). *Flow: The psychology of optimal experience* (vol. 41). HarperPerennial New York.
- De Freitas, S. et Oliver, M. (2006). How can exploratory learning with games and simulations within the curriculum be most effectively evaluated? *Computers & Education*, 46(3), 249-264.
- De Grandmont, N. (1997). *Pédagogie du jeu: jouer pour apprendre*. De Boeck Supérieur.
- Deci, E. L. et Ryan, R. M. (1985). The general causality orientations scale: Self-determination in personality. *Journal of research in personality*, 19(2), 109-134.

- de Lope, R. P., López Arcos, J. R., Medina-Medina, N., Paderewski, P. et Gutiérrez-Vela, F. L. (2017). Design methodology for educational games based on graphical notations: Designing Urano. *Entertainment Computing*, 18, 1-14.  
<https://doi.org/10.1016/j.entcom.2016.08.005>
- Dick, W. et Carey, L. (1996). *The Systematic Design of Instruction*. HarperCollins College Publishers.
- Dick, W. et Carey, L. M. (1991). Formative evaluation. *Instructional design: Principles and applications*, 227-267.
- Djaouti, D., Alvarez, J., Jessel, J.-P. et Rampnoux, O. (2011). Origins of serious games. Dans *Serious games and edutainment applications* (p. 25-43). Springer.
- Duffy, T. M. et Jonassen, D. H. (1991). Constructivism: New Implications for Instructional Technology? *Educational Technology*, 31(5), 7-12.
- Egenfeldt-Nielsen, S. (2005). *Beyond edutainment: Exploring the educational potential of computer games*. IT University of Copenhagen, Department of Innovation.
- Egenfeldt-Nielsen, S. (2007). Third generation educational use of computer games. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 16(3), 263-281.
- Egenfeldt-Nielsen, S., Smith, J. H. et Tosca, S. P. (2013). *Understanding video games: The essential introduction*. Routledge.
- Eseryel, D., Law, V., Ifenthaler, D., Ge, X. et Miller, R. (2014). An Investigation of the Interrelationships between Motivation, Engagement, and Complex Problem Solving in Game-based Learning. *Educational Technology & Society*, 17, 42-53.
- Ferreira, S. M., Gouin-Vallerand, C. et Hotte, R. (2016, septembre). *Game Based Learning: A Case Study on Designing an Educational Game for Children in Developing Countries*.

- 2016 8th International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications (VS-GAMES) (p. 1-8). <https://doi.org/10.1109/VS-GAMES.2016.7590350>
- Fortin, F. et Gagnon, J. (2010). *Fondements et étapes du processus de recherche: méthodes quantitatives et qualitatives*. Chenelière éducation.
- Fumarola, M., van Staaldouin, J.-P. et Verbraeck, A. (2012). A Ten-Step Design Method for Simulation Games in Logistics Management. *Journal of Computing and Information Science in Engineering*, 12(1), 011006. <https://doi.org/10.1115/1.3617440>
- Gagné, Robert M. (1972). Domains of learning. *Interchange*, 3(1), 1-8. <https://doi.org/10.1007/BF02145939>
- Gagné, Robert M., Briggs, L. J. et Wager, W. W. (1992). *Principles of instructional design* (4th ed). Harcourt Brace Jovanovich College Publishers.
- Games, A. et Squire, K. D. (2011). Searching for the fun in learning: A historical perspective on the evolution of educational video games. *Computer games and instruction*, 17-46.
- Garris, R., Ahlers, R. et Driskell, J. E. (2002). Games, motivation, and learning: A research and practice model. *Simulation & gaming*, 33(4), 441-467.
- Gee, J. P., Lieberman, D., Raybourn, E. et Rajeski, D. (2004). *How can games shape future behaviors*.
- Gee, James Paul. (2003). What video games have to teach us about learning and literacy. *Computers in Entertainment*, 1(1), 20. <https://doi.org/10.1145/950566.950595>
- Gee, James Paul. (2007). *Good video games+ good learning: Collected essays on video games, learning, and literacy*. P. Lang New York.
- Geis, G. L. (1987). Formative Evaluation: Developmental Testing and Expert Review. *Performance and Instruction*, 26(4), 1-8.

- Glaser, B. G. et Strauss, A. L. (1967). *The discovery of grounded theory: strategies for qualitative research*: Aldine Transaction. *New Brunswick, NJ*.
- Gibbons, A. S. (2013). *An Architectural Approach to Instructional Design*. Routledge.
- Goodrum, D. A., Dorsey, L. T. et Schwen, T. M. (1993). Defining and Building an Enriched Learning and Information Environment. *Educational Technology*, 33(11), 10-20.
- Gunter, G. A., Kenny, R. F. et Vick, E. H. (2008). Taking educational games seriously: using the RETAIN model to design endogenous fantasy into standalone educational games. *Educational Technology Research and Development*, 56(5-6), 511-537.
- Hamari, J., Shernoff, D. J., Rowe, E., Coller, B., Asbell-Clarke, J. et Edwards, T. (2016). Challenging games help students learn: An empirical study on engagement, flow and immersion in game-based learning. *Computers in human behavior*, 54, 170-179.
- Hamari, J. et Tuunanen, J. (2014). Player Types: A Meta-synthesis. *Transactions of the Digital Games Research Association*, 1(2). <https://doi.org/10.26503/todigra.v1i2.13>
- Hannum, W. (2005). Instructional systems development: A 30 year retrospective. *Educational Technology*, 45(4), 5-21.
- Herrington, J., McKenney, S., Reeves, T. et Oliver, R. (2007). *Design-based research and doctoral students: Guidelines for preparing a dissertation proposal* (p. 4089-4097).
- Herrington, J., Reeves, T. C. et Oliver, R. (2009). *A Practical Guide to Authentic E-Learning*. Routledge.
- Herz, B. et Merz, W. (1998). Experiential learning and the effectiveness of economic simulation games. *Simulation & Gaming*, 29(2), 238-250.
- Hirumi, A. et Stapleton, C. (2008). Integrating fundamental ID tasks with game development processes to optimize game-based learning. *Games: Their purpose and potential in*

*education*, 127-160.

- Hirumi, Atsusi, Appelman, B., Rieber, L. et Van Eck, R. (2010a). Preparing instructional designers for game-based learning: Part 1. *TechTrends*, 54(3), 27-37.
- Hirumi, Atsusi, Appelman, B., Rieber, L. et Van Eck, R. (2010b). Preparing instructional designers for game-based learning: Part 2. *TechTrends*, 54(4), 19-27.
- Hirumi, Atsusi, Appelman, B., Rieber, L. et Van Eck, R. (2010c). Preparing instructional designers for game-based learning: Part III. Game design as a collaborative process. *TechTrends*, 54(5), 38-45.
- Huang, W.-H. (2011). Evaluating learners' motivational and cognitive processing in an online game-based learning environment. *Computers in Human Behavior*, 27(2), 694–704.
- Huizinga, J. (1951). *Homo ludens: essai sur la fonction sociale du jeu* (vol. 47). Paris, Gallimard.
- Hunicke, R., LeBlanc, M. et Zubek, R. (2004). MDA: A Formal Approach to Game Design and Game Research, 5. <https://www.aaai.org/Papers/Workshops/2004/WS-04-04/WS04-04-001.pdf>
- Hussain, T., Feurzeig, W., Cannon-Bowers, J., Coleman, S., Koenig, A., Lee, J., Menaker, E., Moffitt, K., Murphy, C. et Pounds, K. (2011). Development of Game-Based Training Systems: Lessons Learned in an Inter. *Instructional Design: Concepts, Methodologies, Tools and Applications*, 1, 431.
- Ifenthaler, D., Eseryel, D. et Ge, X. (2012). Assessment for Game-Based Learning. Dans D. Ifenthaler, D. Eseryel et X. Ge (dir.), *Assessment in Game-Based Learning: Foundations, Innovations, and Perspectives* (p. 1-8). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3546-4\\_1](https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3546-4_1)
- Iuppa, N. et Borst, T. (2012). *Story and Simulations for Serious Games: Tales from the Trenches*.

CRC Press.

- Jeuring, J., van Rooij, R. et Pronost, N. (2014). *The 5/10 Method: A Method for Designing Educational Games*. A. De Gloria (dir.), Cham (p. 364-369). [https://doi.org/10.1007/978-3-319-12157-4\\_30](https://doi.org/10.1007/978-3-319-12157-4_30)
- Johnson, C. I., Bailey, S. K. T. et Van Buskirk, W. L. (2017). Designing Effective Feedback Messages in Serious Games and Simulations: A Research Review. Dans P. Wouters et H. van Oostendorp (dir.), *Instructional Techniques to Facilitate Learning and Motivation of Serious Games* (p. 119-140). Springer International Publishing.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-319-39298-1\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-319-39298-1_7)
- Johnson, C. I. et Priest, H. A. (2014). The Feedback Principle in Multimedia Learning. *The Cambridge handbook of multimedia learning*, 449.
- Jonassen, D. (2008). *Handbook of Research on Educational Communications and Technology: A Project of the Association for Educational Communications and Technology* (3<sup>e</sup> éd.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203880869>
- Juul, J. (2005). Half-real. *Video Games between Real Rules and Fictional Worlds*. Cambridge (Massachusetts) und London. OLDENBURG.
- Kamil, M. et Taitague, C. (2011). Developing an electronic game for vocabulary learning: A case study. Dans *Computer Games and Instruction* (p. 331-351).
- Kampa, A., Haake, S. et Burelli, P. (2016). Storytelling in Serious Games. Dans R. Dörner, S. Göbel, M. Kickmeier-Rust, M. Masuch et K. Zweig (dir.), *Entertainment Computing and Serious Games: International GI-Dagstuhl Seminar 15283, Dagstuhl Castle, Germany, July 5-10, 2015, Revised Selected Papers* (p. 521-539). Springer International Publishing.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-319-46152-6\\_19](https://doi.org/10.1007/978-3-319-46152-6_19)

- Kapp, K. M. (2012). *The gamification of learning and instruction: game-based methods and strategies for training and education*. John Wiley & Sons.
- Kapp, K. M. et O'Driscoll, T. (2009). *Learning in 3D: Adding a New Dimension to Enterprise Learning and Collaboration*. John Wiley & Sons.
- Savoie-Zajc, L. et Karsenti, T. (2011). *La recherche en éducation: étapes et approches*. ERPI.
- Krathwohl, D. R., Bloom, B. S. et Bertram, B. (1964). *Taxonomy of Educational Objectives: Affective Domain*. New York: David McKay Co. Inc.
- Savoie-Zajc, L. (2011). La recherche qualitative/interprétative en éducation. Dans T. Karsenti et L. Savoie-Zajc (dir.), *La recherche en éducation. Étapes et approches* (p. 123-147) (3<sup>e</sup> éd.). Québec : Édition du Renouveau Pédagogique Inc. (1<sup>ère</sup> éd. 1995)
- Ke, F. et Grabowski, B. (2007). Gameplaying for maths learning: cooperative or not? *British Journal of Educational Technology*, 38(2), 249-259.
- Kebritchi, M., Hirumi, A. et Bai, H. (2010). The effects of modern mathematics computer games on mathematics achievement and class motivation. *Computers & education*, 55(2), 427-443.
- Keller, J. M. (1987). Development and use of the ARCS model of instructional design. *Journal of instructional development*, 10(3), 2-10.
- Kiili, K. (2005). Digital game-based learning: Towards an experiential gaming model. *The Internet and higher education*, 8(1), 13-24.
- Klapztein, S. et Cipolla, C. (2016). From Game Design to Service Design: A Framework to Gamify Services. *Simulation & Gaming*, 47(5), 566-598.  
<https://doi.org/10.1177/1046878116641860>
- Kolb, A. Y. et Kolb, D. A. (2009). The learning way: Meta-cognitive aspects of experiential

- learning. *Simulation & gaming*, 40(3), 297-327.
- Kolb, D. A. (2014). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. FT press.
- Koster, R. (2013). *Theory of fun for game design*. O'Reilly Media, Inc.
- Lapointe, J. (1993). L'approche systémique et la technologie de l'éducation.  
<https://www.sites.fse.ulaval.ca/reveduc/html/voll/nol/apsyst.html>
- L'Ecuyer, R. (1990). *Méthodologie de l'analyse développementale de contenu*. Presses de l'Université du Québec.
- Legendre, R. (2005). *Dictionnaire actuel de l'éducation*. Guérin.
- Lieberman, D. A. (2006). What can we learn from playing interactive games. *Playing video games: Motives, responses, and consequences*, 379-397.
- Lim, T., Carvalho, M. B., Bellotti, F., Arnab, S., Freitas, S., Louchart, S., Suttie, N., Berta, R. et Gloria, A. D. (2013). *The LM-GM framework for Serious Games Analysis*.
- Malone, T. W. et Lepper, M. R. (1987). Making learning fun: A taxonomy of intrinsic motivations for learning. *Aptitude, learning, and instruction*, 3(1987), 223-253.
- Marfisi-Schottman, I., Sghaier, A., Georges, S., Patrick, P. et Tarpin-Bernard, F. (2009, juin). *Vers une industrialisation de la conception et de la production de Serious Games*. Le Mans, France (p. 75-84). <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00433309>
- Marne, B., Wisdom, J., Huynh-Kim-Bang, B. et Labat, J.-M. (2012). *The Six Facets of Serious Game Design: A Methodology Enhanced by Our Design Pattern Library*. A. Ravenscroft, S. Lindstaedt, C. D. Kloos et D. Hernández-Leo (dir.), Berlin, Heidelberg (p. 208-221).  
[https://doi.org/10.1007/978-3-642-33263-0\\_17](https://doi.org/10.1007/978-3-642-33263-0_17)
- Mayer, R. E. (2001). *Multimedia learning*. Cambridge University Press.

- Mayer, R. E. (2005a). Cognitive theory of multimedia learning. *The Cambridge handbook of multimedia learning*, 41, 31-48.
- Mayer, R. E. (2005b). Cognitive Theory of Multimedia Learning. Dans R. Mayer (dir.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (p. 31-48). Cambridge University Press.  
<https://doi.org/10.1017/CBO9780511816819.004>
- Mayer, R. E. (2014). *Computer Games for Learning: An Evidence-Based Approach*. MIT Press.
- Mäyrä, F. (2008). *An introduction to game studies*. Sage.
- McCracken, D. D. et Wolfe, R. J. (2004). *User-centered Web site development: a human computer interaction approach*. Prentice Hall.
- McMahon, M. (2009). The DODDEL Model: A Flexible Document-Oriented Model for the Design of Serious Games. *Games-Based Learning Advancements for Multi-Sensory Human Computer Interfaces: Techniques and effective approaches*. Hershey, NY: Information Science Reference.
- Mead, G. H. et Morris, C. W. (1967). *Mind, Self & Society from the Stand-point of a Social Behaviorist [by] George H. Mead; Edited, with Introd., by Charles W. Morris*. University of Chicago Press.
- Merrill, M. D. (2002). First principles of instruction. *Educational Technology Research and Development*, 50(3), 43-59. <https://doi.org/10.1007/BF02505024>
- Michael, D. R. et Chen, S. L. (2005). *Serious games: Games that educate, train, and inform*. Muska & Lipman/Premier-Trade.
- Mongeau, P. (2008). *Réaliser son mémoire ou sa thèse*. PUQ.
- Moreno, R., & Mayer, R. E. (2002). Learning science in virtual reality multimedia environments: Role of methods and media. *Journal of Educational Psychology*, 94(3), 598-610.

<https://doi.org/10.1037/0022-0663.94.3.598>

- Moonen, J. C. M. M. (1994). Prototyping as a design activity. *International encyclopedia of education / eds. T. Husen & T.N. Postlethwaite*, 1127-1132.
- Moore, D., Bates, A. et Grundling, J. (2003). Instructional design. Dans M. Molenda, C. M. Reigeluth et L. M. Nelson (dir.), *Encyclopedia of Cognitive Science*. Nature Publishing Group. <https://doi.org/10.1002/0470018860.s00683>
- Moreno, R. (2006). Does the modality principle hold for different media? A test of the method-affects-learning hypothesis: Modality principle. *Journal of Computer Assisted Learning*, 22(3), 149-158. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2006.00170.x>
- Moreno, Roxana et Mayer, R. (2007). Interactive Multimodal Learning Environments: Special Issue on Interactive Learning Environments: Contemporary Issues and Trends. *Educational Psychology Review*, 19(3), 309-326. <https://doi.org/10.1007/s10648-007-9047-2>
- Moreno-Ger, P., Martinez-Ortiz, I., Sierra, J. L. et Fernandez-Manjon, B. (2008). A Content-Centric Development Process Model. *Computer*, 41(3), 24-30. <https://doi.org/10.1109/MC.2008.73>
- Mumford, E. et Manchester Business School. (1990). *Designing human systems for new technology: the ETHICS method*. Business School.
- Myers, R. D. et Reigeluth, C. M. (2016). Designing games for learning. Dans *Instructional-Design Theories and Models, Volume IV The Learner-Centered Paradigm of Education* (p. 145-172).
- Nakamura, J. et Csikszentmihalyi, M. (2002). The concept of flow. Dans *Handbook of positive psychology* (p. 89-105). Oxford University Press.

- Nieveen, N. (1999). Prototyping to Reach Product Quality. Dans J. van den Akker, R. M. Branch, K. Gustafson, N. Nieveen et T. Plomp (dir.), *Design Approaches and Tools in Education and Training* (p. 125-135). Springer Netherlands. [https://doi.org/10.1007/978-94-011-4255-7\\_10](https://doi.org/10.1007/978-94-011-4255-7_10)
- Nieveen, N. (2007). Formative Evaluation in Educational Design Research. Dans T. Plomp et N. Nieveen (dir.), *An Introduction to Educational Design Research*. Enschede, the Netherlands : SLO Netherlands institute for curriculum development.
- Paquette, G. (2002). *L'ingénierie pédagogique: pour construire l'apprentissage en réseau*. Puq.
- Pavlas, D., Bedwell, W., Wooten, S. R., Heyne, K. et Salas, E. (2009). Investigating the Attributes in Serious Games that Contribute to Learning. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 53(27), 1999-2003. <https://doi.org/10.1177/154193120905302705>
- Pavlas, D., Heyne, K., Bedwell, W., Lazzara, E. et Salas, E. (2010). Game-based Learning: The Impact of Flow State and Videogame Self-efficacy. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 54(28), 2398-2402. <https://doi.org/10.1177/154193121005402808>
- Piaget, J. (1975). L'équilibration des structures cognitives. Problème central du développement.
- Plomp, T. (2013). Educational design research: An introduction. *Educational design research*, 11-50.
- Rabecq-Maillard, M.-M. (1969). *Histoire des jeux éducatifs*. Fernand Nathan.
- Prensky, M. (2001). Digital natives, digital immigrants part 1. *On the horizon*, 9(5), 1-6.
- Prensky, M. (2007). *Digital game-based learning* (Paragon House ed). Paragon House.
- Read, J., Gregory, P., MacFarlane, S., McManus, B., Gray, P. et Patel, R. (s. d.). An

- Investigation of Participatory Design with Children – Informant, Balanced and Facilitated Design, 9.
- Reeves, T. C. (2006). Design research from a technology perspective. Dans *Educational Design Research* (vol. 1, p. 52-66).
- Reigeluth, C. M., Beatty, B. J. et Myers, R. D. (2016). *Instructional-Design Theories and Models, Volume IV: The Learner-Centered Paradigm of Education*. Routledge.
- Reigeluth, C. M. et Carr-Chellman, A. A. (2009). *Instructional-Design Theories and Models, Volume III: Building a Common Knowledge Base*. Routledge.
- Rieber, L. P. (1996). Seriously considering play: Designing interactive learning environments based on the blending of microworlds, simulations, and games. *Educational technology research and development*, 44(2), 43-58.
- Rieber, L. P. (2001). *Designing learning environments that excite serious play*.
- Ritterfeld, U., Cody, M. et Vorderer, P. (2009). *Serious games: Mechanisms and effects*. Routledge.
- Robertson, J. et Nicholson, K. (2007, 6 juin). *Adventure Author: a learning environment to support creative design*. New York, NY, USA (p. 37-44).  
<https://doi.org/10.1145/1297277.1297285>
- Rogers, S. (2010). *Level Up!: The Guide to Great Video Game Design*. John Wiley & Sons.
- Rollings, A. et Adams, E. (2003). *Andrew Rollings and Ernest Adams on Game Design*. New Riders.
- Romiszowski, A. (2009). Fostering skill development outcomes. *Instructional-design theories and models: Building a common knowledge base*, 3, 199-224.
- Romiszowski, A. J. (1981). *Designing Instructional Systems: Decision Making in Course*

*Planning and Curriculum Design*. Psychology Press.

- Roy, N. et Garon, R. (2013). Hors thème Étude comparative des logiciels d'aide à l'analyse de données qualitatives: de l'approche automatique à l'approche manuelle. *Recherches qualitatives*, 154.
- Ryan, R. M. et Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American psychologist*, 55(1), 68.
- Saavedra, A. B., Rodríguez, F. J. Á., Arteaga, J. M., Salgado, R. S. et Ordoñez, C. A. C. (2014). *A serious game development process using competency approach: Case Study: Elementary School Math*. the XV International Conference, Puerto de la Cruz, Tenerife, Spain (p. 1-9). <https://doi.org/10.1145/2662253.2662352>
- Salen, K. et Zimmerman, E. (2004). *Rules of play: Game design fundamentals*. MIT press.
- Sanchez, É. et Monod-Ansaldi, R. (2015). Recherche collaborative orientée par la conception: Un paradigme méthodologique pour prendre en compte la complexité des situations d'enseignement-apprentissage. *Éducation et didactique*, 9(2), 73-94.  
<https://doi.org/10.4000/educationdidactique.2288>
- Sauvé, L. et Kaufman, D. (2010). *Jeux et simulations éducatifs: études de cas et leçons apprises*. PUQ.
- Sauvé, L., Renaud, L. et Gauvin, M. (2007). Une analyse des écrits sur les impacts du jeu sur l'apprentissage. *Revue des sciences de l'éducation*, 33(1), 89-107.  
<https://doi.org/10.7202/016190ar>
- Sauvé, L., Renaud, L. et Kaufman, D. (2010). Les jeux, les simulations et les jeux de simulation: pour l'apprentissage: définitions et distinctions. Sauvé, L. y Kaufman, D. (Éd.) *Jeux et simulations éducatifs: Études de cas et leçons apprises*. Saint-Foy, Québec, Presses de

- l'Université du Québec*, 13-42.
- Sawyer, B. et Smith, P. (2008). Taxonomy for Serious Games. *Digitalmil, Inc & Serious Games Initiative/Univ. of Central Florida, RETRO Lab*.
- Sawyer, Ben. (2007). *The "Serious Games" Landscape*.
- Sawyer, Ben et Rejeski, D. (2002). *Serious games: Improving public policy through game-based learning and simulation*.
- Schwen, T. M., Goodrum, D. A. et Dorsey, L. T. (1993). On the Design of an Enriched Learning and Information Environment (ELIE). *Educational Technology*, 33(11), 5-9.
- Sherry, J. L., Lucas, K., Greenberg, B. S. et Lachlan, K. (2006). Video game uses and gratifications as predictors of use and game preference. *Playing video games: Motives, responses, and consequences*, 24(1), 213-224.
- Shilling, R., Zyda, M. et Wardynski, E. C. (2002). Introducing Emotion into Military Simulation and Videogame Design: America's Army: Operations and VIRTE, 5.
- Shute, V. J. (2008). Focus on Formative Feedback. *Review of Educational Research*, 78(1), 153-189. <https://doi.org/10.3102/0034654307313795>
- Shute, V. J. et Ke, F. (2012). Games, learning, and assessment. Dans *Assessment in Game-Based Learning* (p. 43-58). Springer.
- Shute, V. J., Rieber, L. et Van Eck, R. (2011). Games... and... learning. *Trends and issues in instructional design and technology*, 3.
- Sitzmann, T. (2011). A meta-analytic examination of the instructional effectiveness of computer-based simulation games. *Personnel Psychology*, 64(2), 489-528.
- Smith, M. F. (1991). *Software prototyping: adoption, practice and management*. McGraw-Hill, Inc.

- Smith, P. L. et Ragan, T. J. (2004). *Instructional Design*. John Wiley & Sons.
- Squire, K. (2002). Cultural framing of computer/video games. *Game studies*, 2(1), 90.
- Staalduin, J. V. et de Freitas, S. (2011). A game-based learning framework: Linking game design and learning outcomes. Dans *Learning to play: exploring the future of education with video games* (p. 29-53). Peter Lang.
- Suits, B. (2014). *The Grasshopper - Third Edition: Games, Life and Utopia*. Broadview Press.
- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive science*, 12(2), 257-285.
- Tessmer, M. (1995). Formative multimedia evaluation. *Training Research Journal*, 1, 127-149.
- Tessmer, Martin et Wedman, J. (1995). Context-Sensitive Instructional Design Models: A Response to Design Research, Studies, and Criticism. *Performance Improvement Quarterly*, 8(3), 38-54. <https://doi.org/10.1111/j.1937-8327.1995.tb00685.x>
- Thomas, C., Mark, S. et Liz, B. (2009). *Games-Based Learning Advancements for Multi-Sensory Human Computer Interfaces: Techniques and Effective Practices: Techniques and Effective Practices*. IGI Global.
- Thomas, P. et Constant, T. (s. d.). Comprendre, concevoir, utiliser, évaluer les jeux sérieux dans l'éducation.
- Thompson, P. (2019). Chapter 8: Instructional Design. Dans *Foundations of Educational Technology*. Oklahoma State University Libraries.
- Tobias, S., Fletcher, J. D., Dai, D. Y. et Wind, A. P. (2011). Review of research on computer games.
- Tripp, S. D. et Bichelmeyer, B. (1990). Rapid prototyping: An alternative instructional design strategy. *Educational Technology Research and Development*, 38(1), 31-44.

<https://doi.org/10.1007/BF02298246>

Van den Akker, J., Bannan, B., Kelly, A. E., Plomp, T., Nieveen, N., Gravemeijer, K., Cobb, P., Folmer, E., Nieveen, N., Plomp, T., et Netherlands Institute for Curriculum Development. (2013). *Educational design research*.

Van den Akker, J. (1999). Principles and Methods of Development Research. Dans J. van den Akker, R. M. Branch, K. Gustafson, N. Nieveen et T. Plomp (dir.), *Design Approaches and Tools in Education and Training* (p. 1-14). Springer Netherlands.

[https://doi.org/10.1007/978-94-011-4255-7\\_1](https://doi.org/10.1007/978-94-011-4255-7_1)

Van Der Maren, J.-M. (2004). *Méthodes de recherche pour l'éducation* (2. éd). De Boeck Université.

Van Der Maren, J.-M. (2006). Les recherches qualitatives: des critères variés de qualité en fonction des types de recherche. *L'analyse qualitative en éducation. Des pratiques de recherche aux critères de qualité*, 65-80.

Van Eck, R. (2007). Building artificially intelligent learning games. *Games and simulations in online learning: Research and development frameworks*, 271-307.

Visscher-Voerman, I., Gustafson, K. et Plomp, T. (1999). Educational design and development: An overview of paradigms. *Design approaches and tools in education and training*, 15-28.

Vogel, J. J., Vogel, D. S., Cannon-Bowers, J., Bowers, C. A., Muse, K. et Wright, M. (2006). Computer Gaming and Interactive Simulations for Learning: A Meta-Analysis. *Journal of Educational Computing Research*, 34(3), 229-243. <https://doi.org/10.2190/FLHV-K4WA-WPVQ-H0YM>

- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society* Harvard University Press. Cambridge, MA.
- Wagner, E. D. (1994). In support of a functional definition of interaction. *American Journal of Distance Education*, 8(2), 6-29. <https://doi.org/10.1080/08923649409526852>
- Wang, F. et Hannafin, M. J. (2005). Design-based research and technology-enhanced learning environments. *Educational Technology Research and Development*, 53(4), 5-23. <https://doi.org/10.1007/BF02504682>
- Wentworth, D. R. et Lewis, D. R. (1973). A review of research on instructional games and simulations in social studies education. *Social Education*, 37(5), 432-440.
- Weston, C., McAlpine, L. et Bordonaro, T. (1995). A model for understanding formative evaluation in instructional design. *Educational Technology Research and Development*, 43(3), 29-48. <https://doi.org/10.1007/BF02300454>
- Wilkinson, P. (2016). A Brief History of Serious Games. Dans R. Dörner, S. Göbel, M. Kickmeier-Rust, M. Masuch et K. Zweig (dir.), *Entertainment Computing and Serious Games: International GI-Dagstuhl Seminar 15283, Dagstuhl Castle, Germany, July 5-10, 2015, Revised Selected Papers* (p. 17-41). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-46152-6\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-46152-6_2)
- Wilson, K. A., Bedwell, W. L., Lazzara, E. H., Salas, E., Burke, C. S., Estock, J. L., Orvis, K. L. et Conkey, C. (2009). Relationships Between Game Attributes and Learning Outcomes: Review and Research Proposals. *Simulation & Gaming*, 40(2), 217-266. <https://doi.org/10.1177/1046878108321866>
- Winn, B. M. (2009). *The Design, Play, and Experience Framework* [chapter]. Handbook of Research on Effective Electronic Gaming in Education. IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-59904-808-6.ch058>

- Wouters, P., Spek, E. D. van der et Oostendorp, H. van. (2009). *Current Practices in Serious Game Research: A Review from a Learning Outcomes Perspective* [chapter]. Games-Based Learning Advancements for Multi-Sensory Human Computer Interfaces: Techniques and Effective Practices. IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-60566-360-9.ch014>
- Wouters, P., van Nimwegen, C., van Oostendorp, H. et van der Spek, E. D. (2013). A meta-analysis of the cognitive and motivational effects of serious games. *Journal of Educational Psychology*, 105(2), 249-265. <https://doi.org/10.1037/a0031311>
- Yusoff, A., Crowder, R., Gilbert, L. et Wills, G. (2009, juillet). *A Conceptual Framework for Serious Games*. 2009 Ninth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT), Riga, Latvia (p. 21-23). <https://doi.org/10.1109/ICALT.2009.19>
- Zyda, M. (2005). From visual simulation to virtual reality to games. *Computer*, 38(9), 25-32.

## ANNEXES

## Annexe 1 : Certificat d'approbation éthique



Certificat n° CEREP-18-013-D

Comité d'éthique de la recherche en éducation et en psychologie (CEREP)

### CERTIFICAT D'APPROBATION ÉTHIQUE

*Le Comité d'éthique de la recherche en éducation et en psychologie, selon les procédures en vigueur et en vertu des documents qui lui ont été fournis, a examiné le projet de recherche suivant et conclu qu'il respecte les règles d'éthique énoncées dans la Politique sur la recherche avec des êtres humains de l'Université de Montréal.*

Projet	
Titre du projet	Proposition d'un modèle procédural pour la conception des jeux sérieux éducatifs
Étudiant requérant	Mohamed Sabahi, candidat au doctorat, FSE - Département de psychopédagogie et d'andragogie, Université de Montréal
Directeur de recherche	Jacques Viens, professeur titulaire, FSE - Département de psychopédagogie et d'andragogie, Université de Montréal
Financement	
Organisme	
Programme	
Numéro d'octroi	
No de compte	

#### MODALITÉS D'APPLICATION

Tout changement anticipé au protocole de recherche doit être communiqué au CEREP qui en évaluera l'impact au chapitre de l'éthique.

Toute interruption prématurée du projet ou tout incident grave doit être immédiatement signalé au Comité.

Selon les règles universitaires en vigueur, un suivi annuel est minimalement exigé pour maintenir la validité de la présente approbation éthique, et ce, jusqu'à la fin du projet. Le questionnaire de suivi est disponible sur la page web du Comité.

\_\_\_\_\_  
 Anne-Marie Émond, présidente  
 Comité d'éthique de la recherche en éducation  
 et en psychologie  
 Université de Montréal

19 mars 2019  
 Date de délivrance

1er avril 2020  
 Date limite du prochain  
 suivi

## Annexe 2

---

### FORMULAIRE D'INFORMATION ET DE CONSENTEMENT

**Titre de la recherche :** Proposition d'un modèle procédural pour la conception des jeux sérieux éducatifs.

#### A) RENSEIGNEMENTS AUX PARTICIPANTS

##### 1. Objectifs de la recherche.

La recherche a pour but d'analyser et d'améliorer un modèle procédural qui porte sur une méthodologie de conception des jeux sérieux éducatifs.

##### 2. Participation à la recherche

La participation à cette recherche est volontaire. Elle consiste à assister à un atelier de 6 heures dont la première partie (4 heures) sera consacrée à l'appropriation du modèle et la deuxième (2 heures) consiste en une entrevue de groupe pour l'analyser. Lors de cette entrevue, chaque participant est invité à partager avec le chercheur étudiant et les autres participants son expertise en matière de conception des jeux sérieux. L'objectif est de contribuer à améliorer le modèle de conception proposé par le chercheur étudiant. Les données collectées seront essentiellement les échanges entre les participants et le chercheur étudiant, ainsi que les échanges entre les participants. La participation à l'atelier sous-entend que vous donniez votre consentement de participer aux entrevues de groupes et que les données collectées soient utilisées aux fins de la présente recherche.

##### 3. Critères d'inclusion ou d'exclusion

Participant à cette recherche des concepteurs pédagogiques (adultes) qui disposent de connaissances assez avancées en matière de conception des dispositifs de formation en ligne. Un minimum de trois années d'expérience en conception des dispositifs numériques est requis pour participer à la recherche. Trois groupes seront constitués : un groupe de concepteurs n'ayant jamais conçu des jeux sérieux, un groupe de concepteurs ayant déjà conçu des jeux sérieux et un groupe mixte (concepteurs débutants en conception des jeux sérieux et concepteurs experts en conception des jeux sérieux).

##### 4. Confidentialité

Les entrevues de groupe seront enregistrées sur un enregistreur audio afin de faciliter le traitement des données. Les renseignements que vous nous donnerez demeureront confidentiels. Les entrevues seront transcrites et les enregistrements effacés. Chaque participant à la recherche se verra attribuer un numéro et seuls le chercheur étudiant et son directeur de recherche auront la liste des participants, les numéros qui leur auront été attribués et les contenus des entrevues de groupe. De plus, les renseignements seront conservés dans un classeur sous clé situé dans un bureau fermé au département de psychopédagogie et d'andragogie de l'université de Montréal. Aucune information permettant de vous identifier d'une façon ou d'une autre ne sera publiée. Ces renseignements personnels seront détruits 7 ans après la fin du projet. Seules les données ne permettant pas de vous identifier seront conservées après cette date, le temps nécessaire à leur utilisation. À la fin de ce formulaire, votre consentement est également demandé pour toute utilisation ultérieure des données.

### 5. Avantages et inconvénients

En participant à cette recherche, vous pourrez contribuer à l'avancement des connaissances, et en particulier à l'amélioration des techniques de conception des jeux vidéo destinés à une utilisation pédagogique. Votre participation à la recherche pourra également vous donner l'occasion vivre une expérience d'apprentissage enrichissante et ludique.

En participant à cette recherche, vous ne courez aucun risque légal de quelque nature que ce soit.

Les inconvénients prévisibles à la participation à cette recherche sont :

- le temps dispensé par les participants, soit 6 heures.
- le déplacement possiblement nécessaire pour assister aux ateliers qui vont avoir lieu à l'université de Montréal ou dans un autre lieu public adapté (bibliothèque publique, par exemple)
- les frais que la participation à la recherche peut générer (frais de transport, de stationnement, etc.)

### 6. Droit de retrait

Votre participation est entièrement volontaire. Vous êtes libre de vous retirer en tout temps sur simple avis verbal, sans préjudice et sans devoir justifier votre décision. Si vous décidez de vous retirer de la recherche, vous pouvez communiquer avec le chercheur étudiant, au numéro de téléphone indiqué ci-dessous.

Si vous vous retirez de la recherche, les renseignements qui auront été recueillis au moment de votre retrait seront détruits. Cependant, après le déclenchement du processus de publication, il sera impossible de détruire les analyses et les résultats portant sur vos données.

### 7. Compensation

Aucune compensation n'est prévue pour la participation à cette recherche.

## B) CONSENTEMENT

Je déclare avoir pris connaissance des informations ci-dessus, avoir obtenu les réponses à mes questions sur ma participation à la recherche et comprendre le but, la nature, les avantages, les risques et les inconvénients de cette recherche.

Après réflexion et un délai raisonnable, je consens à participer à cette étude. Je sais que je peux me retirer en tout temps, sur simple avis verbal, sans aucun préjudice.

*Je consens à participer à la recherche*

Oui

Non



*Le meilleur moyen que le chercheur étudiant peut utiliser pour me contacter est :*

Par courriel

Par téléphone

Par lettre

*Je consens à ce que les données anonymisées recueillies dans le cadre de cette étude soient utilisées pour des projets de recherche subséquents de même nature, conditionnellement à leur approbation éthique et dans le respect des mêmes principes de confidentialité et de protection des informations*

Oui

Non



*Je consens à ce que le chercheur étudiant me contacte par courriel pour remerciements et diffusion des résultats de la recherche*

Oui

Non



Signature :

Date :

Nom :

Prénom :

Je déclare avoir expliqué le but, la nature, les avantages, les risques et les inconvénients de l'étude et avoir répondu au meilleur de ma connaissance aux questions posées.

Signature du chercheur étudiant

Date : \_\_\_\_\_

Nom : \_\_\_\_\_

Prénom : \_\_\_\_\_

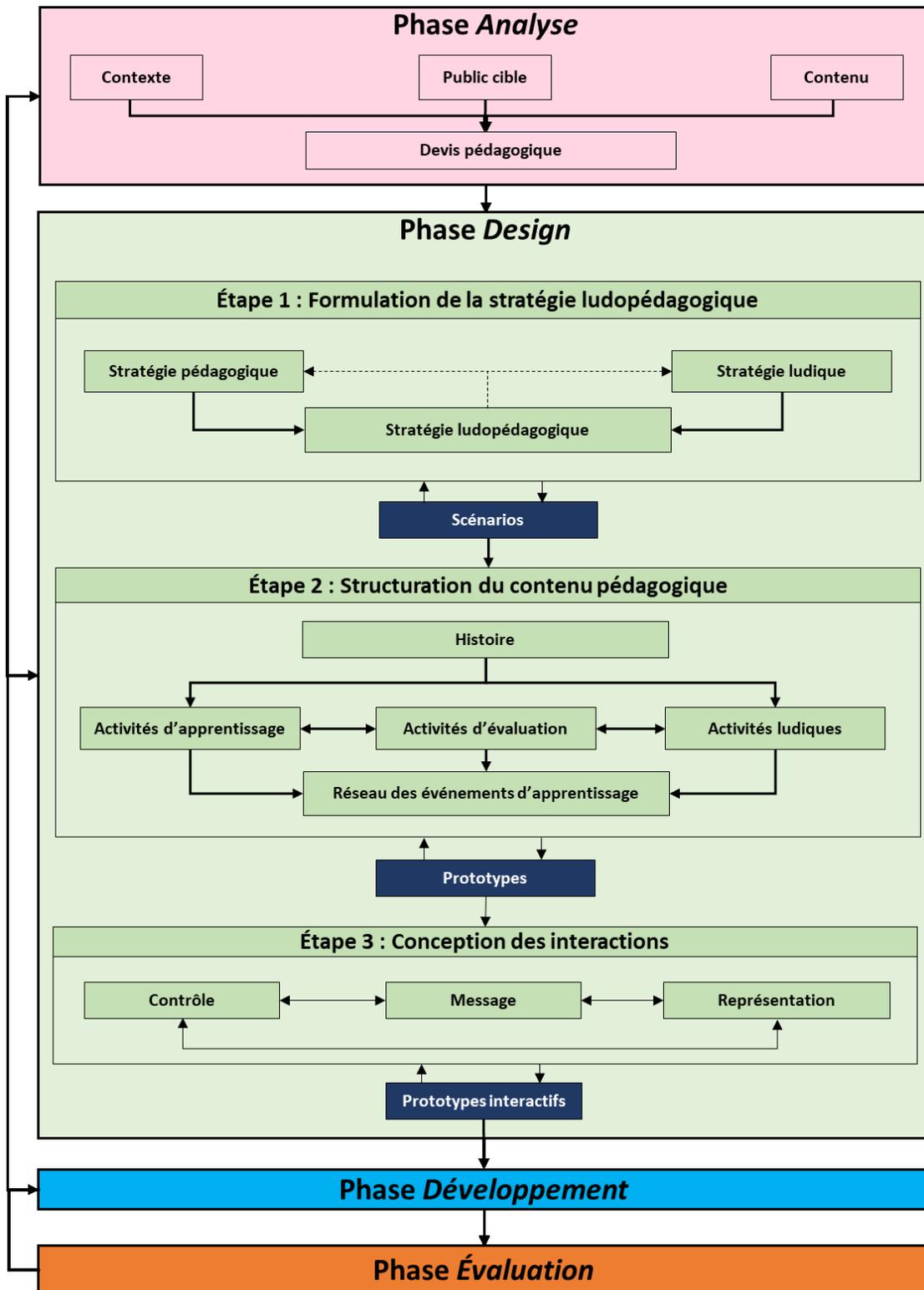
Pour toute question relative à l'étude, ou pour vous retirer de la recherche, vous pouvez communiquer avec Mohamed Sabahi, candidat au Doctorat et chercheur étudiant, au numéro de téléphone suivant : **(514) \*\*\*-\*\*\*\*** ou à l'adresse courriel

Toute plainte relative à votre participation à cette recherche peut être adressée à l'ombudsman de l'Université de Montréal, au numéro de téléphone (514) 343-2100 ou à l'adresse courriel suivante : [ombudsman@umontreal.ca](mailto:ombudsman@umontreal.ca) (**l'ombudsman accepte les appels à frais virés**).

Pour toute préoccupation sur vos droits ou sur les responsabilités des chercheurs concernant votre participation à ce projet, vous pouvez contacter le Comité d'éthique de la recherche en éducation et en psychologie par courriel à l'adresse [cerep@umontreal.ca](mailto:cerep@umontreal.ca) ou par téléphone au **514 343-6111 poste 1896** ou encore consulter le site Web <http://recherche.umontreal.ca/participants> .

**Un exemplaire du formulaire d'information et de consentement signé doit être remis au participant.**

### Annexe 3 : Diagramme de la démarche



## Annexe 4 : Définition provisoire des thèmes du codage

Catégorie provisoire	Thème	Définition du thème
Évaluation de la démarche	Pertinence	Apport et utilité de la démarche de design du modèle proposé pour les concepteurs praticiens
	Points forts	Points forts du modèle proposé en matière de démarche, de processus et d'outils
	Points faibles	Points faibles du modèle proposé en matière de démarche, de processus et d'outils
	Améliorations	Améliorations à apporter au modèle
	Comparaison de la démarche	Points forts et points faibles du modèle proposé comparativement à d'autres approches de design des jeux sérieux
Processus de design	Parallèle ID/GD	Pertinence et utilité du parallèle que fait le modèle entre les étapes et techniques du domaine de design pédagogique et de design des jeux
	Efficience	Capacité du modèle à permettre l'atteinte des objectifs du projet de design au regard des moyens et ressources disponibles
	Itérations	Boucle d'itérations des phases et des étapes de la démarche de design
	Collaboration	Collaboration entre les concepteurs des jeux sérieux et autres parties prenantes
	Intégration autres techniques	Possibilités d'intégrer d'autres techniques à la démarche du modèle proposé
Étapes du processus	Étape Analyse	Évaluation de la démarche en ce qui se rattache à la conduite de la phase d'analyse
	Étape Évaluation	Évaluation de la démarche en ce qui se rattache à la conduite de la phase d'évaluation de la solution
	Étape Prototype	Importance et rôle des techniques de prototypage pour améliorer le modèle proposé
	Enchaînement des étapes	Évaluation de la démarche en ce qui se rattache au séquençement et l'articulation logiques des phases et des étapes de la démarche de design
	Étape - Composantes	Identification des composantes du système de jeu sérieux lors de chacune des étapes
Outils de la démarche	Jeu de cartes	Évaluation des cartes utilisées comme outil d'aide au design proposé par le modèle
	Diagramme	Évaluation du visuel du processus de design, utilisé comme outil d'aide au design proposé par le modèle
	Technologie	Aspects technologiques liés au développement des jeux sérieux
Ergonomie	Prise en main	Initiation à la démarche de design proposée par le modèle
	Application de la démarche	Conditions de mettre en pratique la démarche de design proposée par le modèle
	Déploiement de la démarche	Conditions d'adopter la démarche de design proposée par le modèle comme outil de design par les praticiens
	Adaptation au contexte	Adaptation de la démarche aux contextes professionnels des praticiens

Parties prenantes	Besoins de l'apprenant	Capacité de la démarche d'identifier et de tenir compte des besoins des apprenants en matière de compétences et de connaissances
	Profils des apprenants	Prise en compte des profils, préférences et caractéristiques des apprenants lors des phases de design du jeu sérieux
	Place de l'apprenant	Rôle et place de l'apprenant dans le processus de design en tant que partie prenantes
	Prérequis du concepteur	Compétences et connaissances requises pour un concepteur pour concevoir un jeu sérieux
	Compétences du concepteur	Compétences actuelles des concepteurs pédagogiques qu'ils peuvent utiliser pour concevoir des jeux sérieux
	Expérience de jeu	Expériences acquises en matière d'utilisation des jeux vidéo pour le divertissement
	Prise de décision	Capacité des concepteurs à faire des choix et les implémenter lors du processus de design des jeux sérieux
	Relation avec autres PP	Relations des concepteurs pédagogiques avec d'autres parties prenantes (autre l'apprenant) lors du processus de design d'un jeu sérieux
	Autres parties prenantes	Profils et rôles des parties prenantes (autre que l'apprenant) dans le processus de design
Fondements théoriques	Apprentissage	Évaluation de la pertinence des théories d'enseignement et d'apprentissage utilisées pour fonder le modèle proposé
	Motivation	Évaluation de la pertinence des théories de motivation utilisées pour fonder le modèle proposé
	Finalité pédagogique	Finalité d'utilisation d'une théorie pour orienter le processus de design et prendre des décisions
Qualité de design pédagogique	Finalité pédagogique - Objectifs	Importance de définir des objectifs d'apprentissage à partir de la finalité d'un jeu sérieux
	Évaluation formative	Importance de conduire des étapes d'évaluation formatives entre les étapes de design
	Alignement - arrimage	Alignement des activités d'apprentissage et de jeu et capacité d'un jeu à arrimer les aspects éducatif et ludique
	Stratégie pédagogique	Choix et formalisation d'une stratégie pédagogique lors du processus de design pour atteindre les objectifs d'un jeu sérieux
	Stratégie ludique	Choix et formalisation d'une stratégie ludique lors du processus de design pour atteindre les objectifs d'un jeu sérieux
	Structure narrative	Utilisation de l'histoire et de la narration pour intégrer les activités d'un jeu sérieux
	Mécaniques - Structure de jeu	Qualité d'intégration des mécaniques du jeu dans la structure d'un jeu sérieux
	Association Apprentissage / jeu	Capacité à associer ensemble des activités d'apprentissage et de jeu

## Annexe 5: Définition des thèmes du codage après le regroupement

Catégorie	Thème	Définition des codes
Utilité de la démarche	Pertinence de la démarche	Capacité de la démarche de design proposée à répondre aux besoins des concepteurs des jeux sérieux et son apport de la démarche par rapport aux modèles utilisés actuellement pour le design de ces jeux.
	Améliorations - Points faibles	Points faibles du modèle de design proposée et les améliorations potentiels pour remédier aux limites constatées.
	Outils de la démarche	Évaluation des outils d'aide au design proposés par le modèle, notamment le diagramme de la démarche et le jeu de cartes.
	Fondements théoriques	Pertinence des théories d'apprentissage, de motivation et du design des jeux vidéo qui fondent le modèle proposé et d'autres théoriques manquantes, le cas échéant.
Partie prenantes	Place de l'apprenant	Rôle de l'apprenant dans le processus de design.
	Relation avec autres PP	Rôle des intervenants potentiels, autres que les apprenants, dans le processus de design.
Principes de design	Alignement - arrimage	Démarche d'alignement des activités d'un jeu sérieux : activités d'apprentissage, de jeu et d'évaluation.
	Structure et mécaniques de jeu	Démarche d'utiliser les architectures et les mécaniques (techniques et façons de faire) des jeux vidéo pour le design d'un jeu sérieux.
	Association Apprentissage / jeu	Démarche d'association des activités d'apprentissage et des activités de jeu (mécaniques) d'une façon cohérente pour le design d'un jeu sérieux.
	Intégration autres techniques	Intégration des techniques de gestion de projet, de design pédagogique ou de design des jeux vidéo dans le modèle proposé
	Analyse du contexte	Analyse du contexte de développement d'un jeu sérieux. Cela comprend la culture de l'organisation, l'infrastructure disponible, les procédures, les objectifs ou toute donnée pouvant orienter les décisions lors du design.
	Itérations du processus	Boucles d'évaluation, d'ajustements, de révision et de validation des livrables tout au long du processus de design, avec la possibilité de revenir aux étapes précédentes pour apporter des modifications à la solution.
Application de la démarche	Prérequis - Compétences du concepteur	Ensembles de compétences et de connaissances qu'un concepteur doit avoir pour concevoir un jeu sérieux de sorte à atteindre les objectifs d'apprentissage dans le respect des contraintes du contexte
	Collaboration	Mode de collaboration qui peut avoir lieu entre les concepteurs ou entre les concepteurs et autres intervenants lors du processus de design.
	Adaptation au contexte	Capacité d'adapter le modèle proposé selon les besoins des concepteurs, en tenant compte des spécificités du contexte.
	Technologie	Utilisation des compétences et des outils technologiques pour le design d'un jeu sérieux.

**Annexe 6 : Synthèse des résultats d'analyse des données pour les quatre dimensions retenues pour l'évaluation du modèle par groupe de participants**

Dimension de l'évaluation	Composantes	Groupe Débutant	Groupe Mixte	Groupe Expert
Utilité de la démarche	Pertinence de la démarche	<p>La démarche :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• offre un cadre qui se rapproche des cadres conceptuels familiers</li> <li>• permet de capitaliser sur les expertises actuelles</li> <li>• permet une compréhension de la structure d'un jeu sérieux</li> <li>• explicite les composants d'un JS</li> <li>• permet de comprendre le fonctionnement d'un JS</li> <li>• constitue un guide pratique pour le design</li> </ul>	<p>la démarche :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• constitue un cadre réflexif pour organiser les informations requises pour la conception</li> <li>• peut servir pour développer des dispositifs non ludiques d'enseignement</li> <li>• aide à améliorer les pratiques</li> <li>• démystifie les systèmes de jeux sérieux</li> <li>• explicite et de lie les aspects pédagogiques et ludiques</li> <li>• un guidage opérationnel du design des JS</li> <li>• facilite la prise de décisions lors de chacune de ces étapes</li> </ul>	<p>La démarche :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• offre un outil complémentaire aux modèles industriels</li> <li>• offre des fondements théoriques pour justifier des choix pédagogiques</li> <li>• allie théorie et pratique.</li> <li>• suggère un cadre conceptuel cohérent qui intègre les techniques du design pédagogique et des jeux</li> <li>• tient en compte des types de compétences à développer</li> </ul>
	Fondements théoriques	<ul style="list-style-type: none"> <li>• la démarche propose une assise théorique en insistant sur l'apprentissage expérientiel</li> <li>• le recours au modèle ADDIE offre l'avantage d'un cadre théorique éprouvé</li> <li>• le cycle de Kolb permet un fil conducteur au processus de design</li> <li>• la démarche peut recourir à d'autres modèles théoriques</li> <li>• la démarche n'offre pas d'orientations en ce qui concerne les théories du jeu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• la démarche doit être dissociée des courants théoriques</li> <li>• il n'est pas nécessaire d'explicitier les choix théoriques lors du design</li> <li>• ne pas restreindre les choix pédagogiques lors du processus de design</li> <li>• les choix pédagogiques doivent être dictés par les besoins de l'apprenant et les spécificités de la situation pédagogique</li> <li>• les choix et stratégies pédagogiques doivent s'inspirer des pédagogies constructivistes</li> <li>• la théorie du flux est déterminante pour intégrer le contenu avec les éléments, mais comment l'opérationnaliser?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Importance des théories : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ théorie d'autodétermination (Ryan et Deci, 2000)</li> <li>○ typologie de Bartle (1996)</li> <li>○ rhétorique procédurale (Bogost, 2007)</li> </ul> </li> <li>• les fondements théoriques ne doivent pas restreindre les choix ludiques et pédagogiques</li> </ul>
	Pertinence des outils d'aide	<ul style="list-style-type: none"> <li>• les outils de soutien proposés par la démarche sont utiles</li> <li>• permettent de structurer et d'encadrer la réflexion pendant la phase de design</li> <li>• permettent de guider les concepteurs en pas-à-pas lors du processus</li> <li>• permettent de se situer dans le processus et de se sentir en contrôle</li> <li>• permettent de démystifier le processus de conception des jeux sérieux</li> <li>• permettent de démarrer rapidement la phase de design</li> <li>• il y a une difficulté d'association des cartes avec les étapes de la démarche</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• les outils facilitent la démarche</li> <li>• avantage de tenir compte, à la fois, des profils et des types de compétences pour le choix de la stratégie de jeu.</li> <li>• Les outils n'établissent pas les liens entre les profils de joueur et des genres de jeu</li> </ul>

Limites et améliorations	<ul style="list-style-type: none"> <li>• manque d'étapes d'évaluations intermédiaires entre les principales phases de la démarche</li> <li>• difficulté à lier les cartes aux étapes correspondantes de la démarche.</li> <li>• proposition : établir un code de couleurs qui associe chaque étape aux cartes à utiliser</li> </ul>		
Prérequis et compétences du concepteur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• au regard de la nouveauté du sujet, nécessité d'acquérir de nouvelles compétences</li> <li>• la démarche exige des prérequis</li> <li>• deux grandes compétences à développer : maîtrise du séquençement des phases de la démarche et maîtrise des techniques de design spécifiques aux jeux sérieux</li> <li>• stratégie pour développer la nouvelle expertise : capitaliser sur les compétences acquises</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• deux grandes compétences à développer : maîtrise du séquençement des phases de la démarche et maîtrise des techniques de design pédagogique spécifiques aux jeux sérieux</li> <li>• stratégie pour développer la nouvelle expertise : mutualiser les expertises dans le cadre de projets pilotes, travailler en mode collaboratif</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• L'enjeu est au niveau de maîtrise des techniques de design pédagogique spécifiques aux jeux sérieux</li> <li>• stratégie pour développer l'expertise : pratique et tests</li> </ul>
<b>Mise en application de la démarche</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• la démarche offre un cadre souple qui peut être adapté au contexte</li> <li>• la démarche s'apprête aussi bien au design des jeux sérieux qu'à d'autres types de dispositifs</li> <li>• les orientations pour organiser le contenu dans une structure narrative permet de concevoir des autoformations plus attractives</li> <li>• l'intégration d'autres techniques de conception au processus de design (méthodes agiles)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• la démarche offre un cadre souple qui peut être adapté au contexte</li> <li>• la démarche s'apprête aussi bien au design des jeux sérieux qu'à d'autres types de dispositifs</li> <li>• l'intégration d'autres techniques de conception au processus de design (design thinking)</li> <li>• la démarche permet la configuration des équipes de travail en fonction des ressources humaines disponibles</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• la démarche remédie à une lacune du modèle utilisé : prise en considération de différents types de compétences</li> </ul>
Rapport à la technologie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• la technologie constitue un enjeu et une limite aux possibilités offertes par les JS.</li> <li>• le manque de connaissances en termes des techniques de design des jeux et du processus qui s'y rattache constituerait une barrière</li> <li>• la collaboration avec des technologues pourrait remédier à la limite de manque de connaissances techniques</li> <li>• la méconnaissance du fonctionnement du jeu vidéo, des genres et des mécaniques des jeux rendent la création des activités d'apprentissage difficile.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• la technologie ne constitue qu'un aspect parmi d'autres</li> <li>• principaux enjeux sont de sélectionner le type de technologie approprié</li> <li>• l'analyse approfondie du contexte d'utilisation du jeu sérieux est cruciale</li> </ul>
Collaboration entre les concepteurs	<ul style="list-style-type: none"> <li>• la collaboration est un facteur déterminant pour la réussite de la mise en application de la démarche</li> <li>• la collaboration entre les concepteurs et les différentes parties prenantes est cruciale</li> <li>• la collaboration entre les concepteurs permet de développer d'une façon collective l'expertise liée au design des jeux sérieux</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• l'équipe est organisée en mode projet</li> </ul>	

<b>Relation avec les parties prenantes</b>	Place de l'apprenant dans le processus	<ul style="list-style-type: none"> <li>• la place de l'apprenant dans le processus est primordiale</li> <li>• la démarche ne fait pas ressortir l'importance de l'apprenant</li> <li>• la démarche n'offre qu'un guidage minimal pour le choix des genres de jeux comme stratégies ludiques ou des mécaniques de jeu pour les activités selon le profil de joueurs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• la place de l'apprenant dans le processus est primordiale</li> <li>• la démarche ne fait pas ressortir l'importance de l'apprenant</li> <li>• la démarche n'offre qu'un guidage minimal pour le choix des genres de jeux comme stratégies ludiques ou des mécaniques de jeu pour les activités selon le profil de joueurs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• la place de l'apprenant dans le processus est primordiale</li> <li>• la démarche ne fait pas ressortir l'importance de l'apprenant</li> <li>• la démarche ne permet pas de faire de liens directs entre les profils des joueurs et les genres de jeux</li> </ul>
	Relations avec les parties prenantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• L'apprenant est la première partie prenante à considérer</li> <li>• deux parties prenantes : technologues (concepteurs de jeux) et enseignants / formateurs</li> <li>• importance de maîtriser la démarche pour accompagner les enseignants</li> <li>• les participants comptent beaucoup sur les technologues pour concrétiser les projets de design des jeux sérieux</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• L'apprenant est la première partie prenante à considérer</li> <li>• Le rôle des technologues est capital pour la concrétisation d'un projet</li> <li>• la démarche permet d'identifier les tâches des concepteurs et des technologues</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• L'apprenant est la première partie prenante à considérer</li> <li>• le mode de communication avec les parties prenantes est capital</li> <li>• Deux parties prenantes : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ les experts de contenu</li> <li>○ les gestionnaires</li> </ul> </li> <li>• le processus de design se fait en collaboration avec les gestionnaires, mais c'est les concepteurs qui doivent en garder le contrôle</li> </ul>
<b>Processus de design de la démarche</b>	Analyse du contexte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les projets se déroulent toujours dans le même contextuel organisationnel. De ce fait, l'analyse de celui-ci ne constitue pas un enjeu</li> <li>• Attention accordée aux contraintes de temps et de budgets</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les projets se déroulent toujours dans le même contextuel organisationnel. De ce fait, l'analyse de celui-ci ne constitue pas un enjeu</li> <li>• Attention accordée aux contraintes de temps et de budgets</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• une analyse approfondie du contexte est primordiale pour la réussite d'un projet</li> <li>• Lors de cette étape, la configuration du projet ainsi que les choix techniques et pédagogiques sont à déterminer</li> <li>• l'analyse du contexte doit porter essentiellement sur le contexte organisationnel et les ressources disponibles</li> <li>• l'infrastructure technologique et le budget alloué au projet ont un impact majeur sur les choix technologiques</li> <li>• les choix technologiques impactent les choix pédagogiques</li> </ul>
	Alignement pédagogique et caractère itératif de la démarche	<ul style="list-style-type: none"> <li>• la démarche ne propose pas des étapes d'évaluation entre les phases du processus de design</li> <li>• l'alignement entre les objectifs d'apprentissage, les activités et les résultats d'apprentissage est un</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• la démarche ne propose pas des étapes d'évaluation entre les phases du processus de design</li> <li>• l'alignement entre les objectifs, les activités et les évaluations est fondamental pour juger de la qualité d'un jeu sérieux</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• la démarche ne propose pas des étapes d'évaluation entre les phases du processus de design</li> <li>• l'absence d'évaluation entre les phases ne reflète pas le caractère itératif du processus de design</li> </ul>

---

	<p>élément essentiel pour la réussite d'un projet</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• la démarche ne propose qu'un alignement entre la phase d'analyse et la phase de design pédagogique, mais sans aller jusqu'à l'implémentation.</li><li>• l'alignement se fait par itérations le long du processus de design</li><li>• l'absence d'évaluations intermédiaires entre les phases réduit la capacité d'ajuster les paramètres d'un JS</li><li>• ajouter une étape d'évaluation</li><li>• prévoir une phase de prototypage à la fin de la phase de la phase de design</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• la structure de jeu proposée par la démarche permet d'assurer un certain alignement</li><li>• la trame (la journée d'héros) contribue à assurer l'alignement</li><li>• l'absence d'une étape d'évaluation du produit final (jeu sérieux), réduit l'impact sur les apprenants</li><li>• l'absence de cette évaluation ne permet pas de vérifier la pertinence des stratégies pédagogiques ou ludiques</li><li>• ajouter une étape d'évaluation</li><li>• prévoir une phase de prototypage à la fin de la phase de la phase de design</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• les itérations garantissent l'alignement, la qualité de design, l'arrimage entre l'aspect ludique et l'aspect pédagogique et la capacité du jeu sérieux à atteindre l'objectif escompté</li><li>• l'alignement doit se faire en amont du projet afin de situer celui-ci par rapport aux autres modes et modalités de formation</li><li>• des vérifications pour s'assurer de l'alignement avec le contexte d'utilisation du jeu sérieux et les caractéristiques des publics cibles</li><li>• ajouter une étape d'évaluation</li><li>• prévoir une phase de prototypage à la fin de la phase de la phase de design</li></ul>
Arrimage entre les activités d'apprentissage et de jeu	<ul style="list-style-type: none"><li>• La démarche met en évidence le parallèle entre le processus de DP et DJ</li><li>• la structuration de la démarche autour des sept couches permet de les familiariser avec les mécanismes derrière le fonctionnement d'un jeu sérieux</li><li>• la trame, basée sur le modèle de la journée du héros, facilite l'intégration du contenu avec les mécaniques de jeu d'une façon cohérente</li><li>• la trame facilite le séquençement des activités en expliquant comment partir des objectifs d'apprentissage, organiser les missions et les quêtes et prévoir des moments d'évaluation d'apprentissage</li><li>• la synergie entre les concepteurs (jeux et pédagogique) facilite l'alignement pédagogique</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• La démarche met en évidence le parallèle entre le processus de DP et DJ</li><li>• la structuration de la démarche autour des sept couches permet de les familiariser avec les mécanismes de fonctionnement d'un JS</li><li>• la trame, basée sur le voyage du héros, facilite l'intégration du contenu avec les mécaniques de jeu d'une façon cohérente</li><li>• la trame facilite le séquençement des activités en expliquant comment partir des objectifs d'apprentissage, organiser les missions et les quêtes et prévoir des moments d'évaluation d'apprentissage</li><li>• travailler en étroite collaboration avec des technologues pour assurer l'arrimage entre le jeu et l'apprentissage.</li><li>• la théorie du flux offre un guidage pertinent pour faire l'arrimage, notamment en proposant d'associer les facteurs de motivation et d'apprentissage et d'assurer un équilibre entre les défis et les compétences</li><li>• difficulté à concrétiser les principes du flux</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• l'enjeu principal pour le design des JS réside dans la complexité d'intégrer l'aspect pédagogique et l'aspect ludique et d'arrimer les activités d'apprentissage avec celles du jeu</li><li>• travailler en étroite collaboration avec les gestionnaires et les experts de contenu pour assurer l'arrimage entre le jeu et l'apprentissage</li><li>• la rhétorique procédurale d'Ian Bogost (2007) facilite l'arrimage du jeu et d'apprentissage.</li></ul>

---