



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE ABDELHAMID IBN BADIS- MOSTAGANEM

Faculté des Sciences Exactes et Informatique
Département de Mathématique et d'Informatique
Filière : Informatique

RAPPORT DU MINI PROJET

Pour Obtenir le Diplôme de Master en Informatique

Option : **Ingénierie des Systèmes d'Information**

THEME :

Personnalisation des Jeux Sérieux dédiés à la remédiation cognitive pour améliorer la concentration chez les enfants et les adolescents

Présenté par : AMEUR Mohamed et ZIANI Wafaa

Encadrant : Dr. HOCINE N.

Examineur : Dr. HABIB ZAHMANI M.

Président du jury : Dr. HAMAMI D.

Année universitaire: 2018-2019

Remerciement

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE	7
CHAPITRE I : CONTEXTE ET MOTIVATION.....	10
1. Jeu vidéo (videogame).....	10
2. Jeu sérieux (Serious Game- SG)	11
3. Domaines d'utilisation du seriousgame (classification des SG)	11
4. Les jeux sérieux pour la remédiation ou l'entraînement cognitif	13
CHAPITRE II : ANALYSE DE L'ETAT DE L'ART.....	15
1. Personnalisation des jeux.....	15
1.1 Paramètres de personnalisation.....	15
1.2 Périmètres de personnalisation.....	17
2. Méthodologie de recherche	19
2.1 Cadre de recherche	19
2.2 Critères d'analyse	19
3. Description et analyse des travaux.....	20
4. Discussion.....	23
CHAPITRE III : CONCEPTION DU JEU DE CONCENTRATION: DOCUMENT DE GAME DESIGN	26
1. Game Design : Définition.....	26
2. Modèle du jeu de concentration	26
2.1 Partie utilitaire.....	27
2.2 Partie ludique	28
3. Spécifications du jeu de concentration (document de game design)	28
4. Analyse des besoins et conception.....	31
4.1 Diagrammes de cas d'utilisation	31
4.2 Diagramme de composants	34
4.3 Diagramme de classes	35
CHAPITRE IV : IMPLEMENTATION	38
1. Moteurs de jeu existants.....	38
2. LibGDX.....	39
3. Mise en œuvre d'une application LibGDX	39
3.1 Etape01 : Installation de LibGDX	39

3.2 Etape02 : Lancer Eclipse et importer LibGdx via Gradle	41
3.3 Etape 03 : La classe de départ	42
4. Structure d'un jeu sous LibGdx.....	43
4.1 Ressource de jeu	43
4.2 La logique de jeu	43
5. Cycle de vie de l'application	44
6. Implémentation du jeu de concentration.....	46
6.1 Le menu principal	46
6.2 Les tests d'attention	47
6.2 Les mondes du jeu.....	49
CHAPITRE V : PERSONNALISATION DU JEU DE SERIEUX	52
1. Processus de personnalisation du jeu de concentration	52
2. Construction du profil joueur	53
3. Module de personnalisation.....	54
3.1 Exprimer la difficulté d'un jeu	54
3.2 Correspondance entre la difficulté et le niveau de concentration	56
4. Configuration de l'expert.....	57
CHAPITRE VI : EXPERIENCE EXPERIMENTALE	59
1. Protocole expérimental.....	59
1.1 Sujets.....	59
1.2 Méthode.....	59
1.3 Questionnaire.....	60
2. Résultats.....	61
CONCLUSION GENERALE	62
BIBLIOGRAPHIE	63
RESUME.....	69

LISTE DES FIGURES

Figure 1. le jeu Oxo (Yang-Ting, 2011).	12
Figure 2 .TrainBrain (Fontana et al, 2017).	20
Figure 3. Le jeu Tâche de Diaman (Montani et al, 2014).	21
Figure 4. (a) Bejeweled 2 (b) Bookworm Adventures et (c) Peggle (Carmen V et al, 2009).	23
Figure 5. Avatar "Mohammed"	29
Figure 6. Avatar "wafaa"	30
Figure 7. Actions de gameplay	30
Figure 8. Diagramme de cas d'utilisation pour un joueur	33
Figure 9. Diagramme de cas d'utilisation pour un expert	33
Figure 10. Diagramme de composants de jeu	35
Figure 11. Diagramme de classe générique du jeu	36
Figure 12: fenêtre de création de nouveau projet	40
Figure 13.Installation de l'outil Gradle sur Eclipse	41
Figure 14. Dossier de jeu créé avec LibGDX	42
Figure 15. Classe de démarrage	43
Figure 16. Boucle de jeu	44
Figure 17.Exemple de cycle de vie "jeux AngryFrog"	45
Figure 18. Cycle de vie d'une application implémenté en LibGDX	46
Figure 19. Menu principale de jeu	47
Figure 20. Exercice Sky Search 1	47
Figure 21. Exercice Sky Search 2	48
Figure 22. (a) Exercice Map Mission (b) La cible	48
Figure 23. Le monde Espace du jeu de concentration	49
Figure 24. Le monde Angry Frog du jeu de concentration	50
Figure 25. Le monde Card du jeu de concentration	51
Figure 26. Processus de personnalisation	52
Figure 27. Des participants jouant aux exercices de concentration et au jeu sérieux	60

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Actions de concentration.....	31
Tableau 2. Cas d'utilisation pour l'acteur Joueur	32
Tableau 3. Cas d'utilisation pour l'acteur Expert	32
Tableau 4. Exemples de moteurs de jeux 3D	38
Tableau 5. Exemple de moteurs de jeux 2D	38
Tableau 6. Seuils de paramètres de difficulté pour le monde Espace.....	56
Tableau 7. Seuils de paramètres de difficulté pour le monde Anry Frog.....	56
Tableau 8. Seuils de paramètres de difficulté pour le monde Card game	56
Tableau 9. Caractéristiques des sujets.....	59
Tableau 10. Résultat du questionnaire	61

INTRODUCTION GENERALE

La remédiation cognitive permet d'améliorer le fonctionnement des individus qui ont des difficultés cognitives telles que l'attention, la concentration, l'organisation des tâches, la mémoire, le langage et les capacités Visio-spatiales. Ces difficultés peuvent être détectées chez les enfants et les adolescents lors de l'apprentissage, chez les personnes âgées et chez les individus de tout âge qui ont subi un traumatisme ou une pathologie (exp. accident vasculaire cérébrale, dépression, et des effets secondaires de la chimiothérapie dans le cancer, etc.).

La remédiation cognitive est basée sur des exercices d'entraînements répétitifs et personnalisables à chaque individu ce qui (i) augmente le coût de remédiation en nécessitant la présence d'un tuteur ou un thérapeute (ii) diminue la motivation des individus suite à la répétition des exercices. Le jeu sérieux (ou jeu vidéo avec une utilité) est ainsi un moyen pour répondre à ces défis en proposant des exercices de remédiation personnalisables tout en soutenant la motivation des individus. Dans cette stratégie, le jeu est considéré comme un système expert utilisé pour faciliter le suivi des experts (par exemple les parents, le médecin, le tuteur, chercheur, etc) de leur apprenant joueur.

La notion de systèmes experts est à la base une notion assez ancienne qui est apparue dans les années 70 avec l'apparition du système expert MYCIN dont le but était d'aider les médecins à effectuer le diagnostic et le soin des maladies infectieuses du sang. La version de base contenait 200 règles ensuite 300 règles. Aujourd'hui, les systèmes experts constituent une technologie bien définie faisant partie des systèmes à base de connaissance. Les systèmes experts ont comme finalité la modélisation de la connaissance et de raisonnement d'un expert (ou d'un ensemble d'experts) dans un domaine fixe. Selon Jacques Mathieu, les systèmes experts constituent une branche spécifique de l'intelligence artificielle. Leur objectif commun est de simuler le comportement humain lors de la réalisation d'une tâche qui nécessite de l'intelligence (Jacques. M, 1991). Dans le contexte de notre projet, il s'agit d'aider l'expert à évaluer la concentration d'un individu sur un support informatique afin qu'il puisse construire un modèle de concentration. Ce système peut jouer également le rôle d'un système d'aide à la décision. En visualisant les performances d'un individu dans le jeu, le tuteur peut prendre des décisions plus adéquates en termes d'objectifs d'apprentissage.

Problématique

Dans le cadre de ce projet, nous nous intéressons à la remédiation cognitive chez les enfants et les adolescents. En particulier, le projet tente à relever deux défis posés. Le premier défi est l'évaluation de quelques capacités cognitives des joueurs durant le jeu afin de détecter des problèmes cognitifs liés par exemple à la concentration. L'objectif de cette évaluation est de prévenir le risque de développement de pathologies comme l'anorexie et l'hyperactivité. Le second défi est de pouvoir personnaliser le jeu à chaque utilisateur selon ses capacités cognitives. Le but est d'assurer une remédiation cognitive qui peut être prometteuse pour améliorer la

performance des enfants et des adolescents dans l'apprentissage et prévenir à long termes le développement des maladies.

Démarche et méthodologie adoptées

Nous avons suivi une démarche scientifique à travers laquelle nous avons :

1. Étudié le contexte de projet et sélectionner un domaine d'application. Le projet de Master était orienté vers la personnalisation de jeux sérieux pour la remédiation cognitive. Le choix de la cible d'utilisateur ainsi que le type de remédiation était libre. Nous avons étudié dans un premier temps, les travaux récents pour identifier le contexte à choisir. Nous avons considéré également l'environnement géographique de son application (Algérie) et les défis correspondants. Le résultat de cette étape était de sélectionner le défi de concentration chez les enfants et les adolescents en apprentissage comme problématique principale de cette étude. L'hypothèse élaborée est de considérer qu'une approche de personnalisation de jeu sérieux permet d'améliorer la concentration tout en gérant le stress chez les enfants et les adolescents. La question de recherche était donc comment « mieux » personnaliser le jeu afin d'améliorer la concentration ?
2. Une fois le contexte était déterminé, nous avons établi une recherche bibliographique dans laquelle des travaux ont été sélectionnés selon leurs pertinences.
3. Un cadre d'analyse était réalisé en déterminant les critères à prendre en considération pour analyser l'état de l'art.
4. Suite à l'analyse des travaux, nous avons déterminé un schéma global de la proposition de la technique de personnalisation ainsi les éléments de conception de jeu à prendre en compte.
5. L'étape suivante était d'établir le document de Game Design, une sorte de cahier de charge pour spécifier les différents éléments qui composent le jeu, à développer ainsi que son modèle conceptuel du jeu et son architecture. Nous avons étudié également comment la personnalisation sera intégré au jeu.
6. L'implémentation était réalisée à l'aide d'un moteur de jeu existant. Cette étape a nécessité donc la familiarisation avec ce moteur de jeu à travers une étape d'apprentissage. Le jeu a été composé d'un ensemble de mini-jeux appelés mondes. Chaque mini-jeu était développé et testé individuellement. Nous avons également développé le module de personnalisation de ces mini-jeux. Nous avons terminé le développement avec l'intégration de l'ensemble de composantes du jeu : l'évaluation, les mini-jeux et le module de personnalisation.

La méthode Scrum était considérée pour conduire le projet. La méthode SCRUM est une des nombreuses méthodes de gestion de projet, qui permet entre autre de développer des produits complexes. Lancée en 1993 par Jeff Sutherland, SCRUM fait partie du groupe de méthodes AGILE qui sont, de manière générale, "des groupes de pratiques de pilotage et de réalisation de

projets" destinés de base à l'informatique. Cette méthode fait partie des méthodes de management modernes et figure parmi les plus utilisées, ce qui prouve son efficacité et son rendement.

En début de notre projet on a commencé par décomposer l'ensemble du projet en différentes phases. Ces phases sont appelées des Sprints : c'est le principe général de la méthodologie. Un Sprint contient les éléments sélectionnés de la liste ordonnancée des exigences qu'on pense pouvoir réaliser dans le délai associé au sprint (le délai varie entre une à deux semaine). Juste après le Sprint, on se réunit afin de tirer les leçons du sprint écoulé, valider les objectifs en cours et planifier le prochain sprint.

Après avoir achevé les sprints associés à la partie théorique, nous avons abordé la méthode de prototypage accompagnée au Scrum pour implémenter le jeu sérieux. Un prototype est selon la définition de l'OCDE « un modèle original qui possède toutes les qualités techniques et toutes les caractéristiques de fonctionnement d'un nouveau produit ». Le prototypage est notamment une des méthodes agiles qui sont particulièrement adaptés pour le développement de jeux vidéo quand ceci est une première expérience. Le but entier de la construction de prototypes est de tester des idées et de déterminer la faisabilité et la rentabilité de sa conception.

Organisation du mémoire

Ce mémoire est organisé comme suit:

- Chapitre I décrit le contexte général de serious game pour la remédiation. Nous définissons qu'est-ce qu'un jeu vidéo et jeux sérieux ainsi son utilisation dans la remédiation cognitive.
- Chapitre II présente la méthodologie d'analyse d'état de l'art ainsi que le résultat d'analyse.
- Chapitre III fournit le document de game design utilisé pour développer le jeu de concentration ainsi que la partie conceptuelle de l'application.
- Chapitre IV explique les outils de développement de jeu utilisés tout en illustrant le jeu de concentration développé.
- Chapitre V met l'accent sur la technique de personnalisation proposée et donne les détails de son implémentation et intégration dans le jeu de concentration développé.
- Chapitre VI résume le résultat de l'expérimentation effectuée afin de tester le jeu développé.
- On clôture ce mémoire par une synthèse du travail effectué durant ce projet ainsi que les limitations et les perspectives pour de futurs travaux.

CHAPITRE I : CONTEXTE ET MOTIVATION

Les jeux vidéo sont de plus en plus présents dans notre vie quotidienne. Ils ont aujourd'hui le potentiel d'être plus que divertissants. Les jeux vidéo sont actuellement utilisés à d'autres fins, par exemple dans les agences gouvernementales, les hôpitaux et les écoles en tant qu'outils de formation et d'éducation [Michael et Chen, 2005]. Ces jeux, qui ont des objectifs qui ne se limitent pas au divertissement, sont appelés "jeux sérieux". En effet, fournir aux utilisateurs finaux des applications immersives peut être considéré comme un mécanisme prometteur pour améliorer leurs compétences et fonctions cognitives et motrices. Nous allons décrire dans ce chapitre la terminologie liée au contexte de notre projet. Nous allons décrire notamment comment un jeu vidéo et un jeu sérieux ont été défini dans la littérature. Nous analysons le concept de personnalisation de jeu ainsi que les indicateurs utilisés pour évaluer les éléments cognitifs qui nous intéressent dans le projet, qui sont précisément : la concentration et l'attention puis comment évaluer le niveau de stress chez les individus.

1. Jeu vidéo (videogame)

Avant de définir c'est quoi un jeu sérieux et comment il doit être conçu, nous devons d'abord définir le jeu vidéo. Parmi les mots-clés couramment utilisés pour définir le jeu, on trouve : jeu, règles, objectifs, efforts, objectifs et divertissement. Les définitions existantes considèrent un ou plusieurs de ces aspects comme l'élément principal du jeu. Ils se concentrent par exemple sur le contexte du jeu, les contraintes d'espace et de temps ainsi que les caractéristiques d'activités telles que l'incertitude.

Un jeu vidéo est en général une activité mentale ou physique qui utilise un système informatique doté d'une interface utilisateur. On peut y jouer seul, à plusieurs et en réseau. Caillois (1961) considère le jeu comme une activité divertissante. Cette activité devrait être volontaire, séparée dans le temps et dans l'espace, incertaine, improductive et guidée par des règles.

Les jeux ont également été considérés comme un ensemble de règles qu'un joueur devrait suivre pour atteindre ses objectifs. Un jeu est une activité volontaire visant à capter l'attention des joueurs. Cette activité peut être jouée pendant un temps limité et à un endroit spécifiques selon des règles établies [Michael et Chen, 2005].

D'autres définitions de jeu vidéo incluent également les moyens utilisés pour atteindre les objectifs, les efforts et les défis du jeu. Dans son livre "What is a game ?", S. Chauvier analyse les définitions existantes des jeux dans la littérature [Chauvier, 2007]. Le résultat de son analyse révèle que le jeu est composé d'une structure d'action comprenant : les règles constitutives, les objectifs, les moyens permettant au joueur d'atteindre les objectifs et les défis (challenges).

2. Jeu sérieux (Serious Game- SG)

À l'heure actuelle, il n'existe pas de définition standard d'un jeu sérieux, car de nombreux jeux vidéo peuvent avoir des objectifs implicites différents que ceux de divertissement. Le "Jeu sérieux" est un terme récent qui manque de définition formelle. Il est apparu depuis 2002 avec l'apparition du jeu d'entraînement et de simulation pour l'armée américaine [Wardynski, 2002]. Certains chercheurs se réfèrent au paradigme de rendre le jeu sérieux avec un terme plus ancien "ludo-éducatif" qui signifie éducation par le divertissement [Michael et Chen, 2005]. Ce terme est apparu dans les années 1990 avec l'arrivée du "multimédia" et désigne toute forme d'éducation impliquant des activités de divertissement et ne se limitant pas aux jeux. Les jeux sérieux, cependant, ont d'autres utilisations que l'éducation et peuvent être conçus pour différents objectifs. Les jeux sérieux ont également suscité l'intérêt de nombreux chercheurs, professionnels et industriels en Europe et aux Etats Unis depuis 2008 [Besson, 2008] avec des fonds économiques consacrés au seriousgame. Depuis, de nombreuses activités de recherche ont vu le jour pour étudier, par exemple, l'impact des jeux sérieux sur l'apprentissage [Mariais, 2012] ainsi que leur conception et leur évaluation [Djaouti, 2011].

La plupart des définitions que nous trouvons dans la littérature font valoir que ce qui distingue un jeu sérieux d'un jeu vidéo traditionnel est son utilité et sa conception. Contrairement aux jeux vidéo, les jeux sérieux sont essentiellement conçus pour apprendre, éduquer, informer et former les joueurs. Mike Zyda définit un jeu sérieux comme suit [Zyda, 2005]: *"it is a mental contest, played with a computer in accordance with specific rules that uses entertainment to further government or corporate training, education, health, public policy, and strategic communication objectives."*

Comme le mentionne Raph Koster dans le livre *"A theory of fun"*, le divertissement peut être considéré comme l'effet secondaire de l'apprentissage qui oblige l'utilisateur à répéter plusieurs fois la même activité [Koster, 2005]. Comme le mentionnait initialement Abt, les jeux sérieux ont un but éducatif explicite et bien pensé et ne sont pas destinés à être principalement joués pour le divertissement. Cela ne signifie pas que les jeux sérieux ne sont pas, ou ne devraient pas être, amusants.

3. Domaines d'utilisation du seriousgame (classification des SG)

Le premier jeu conçu pour des fins sérieuses C'est Oxo un jeu vidéo de Tic-Tac-Toe qu'il a conçu dans le cadre de sa thèse sur les interactions hommes machines sur l'ordinateur EDSAC (Electronic Delay Storage Automatic Calculator) à l'Université de Cambridge (Yang-Ting, 2011).

Après la mise en œuvre du jeu Oxo, les JS n'ont cessé de se développer pour différentes catégories de population, et des finalités différentes. Les SG peuvent être utilisés dans différentes domaines comme l'éducation, la formation, la publicité, etc. Les jeux sérieux fournissent également des techniques innovantes pour la rééducation, la prévention et l'apprentissage médical dans des contextes de santé.



Figure 1. le jeu Oxo (Yang-Ting, 2011).

Cependant, il était toujours difficile de déterminer pourquoi un tel jeu peut être par exemple considéré comme éducatif ou non éducatif, médical ou non médical, etc. Il était important de donner des critères pour situer un jeu dans un contexte particulier. Afin de répondre à cette difficulté, différentes classifications ou taxonomies ont été proposés selon :

1. Les marché/industries dans lesquels ces jeux sont utilisés. Par exemple Zyda (2005) a divisé les Serious Games en cinq domaines : santé, politique, communication, défense, et entraînement/éducation.
2. L'objectif final du SG. Par exemple Despont (2008) a proposé une topologie des objectifs de serious games suivante : AdvertGames, Institutional Serious Games, Business Games, Learning Games.
3. En prenant en compte les deux points précédents et en considérant en plus les jeux vidéo dont l'objectif initial étaient le divertissement mais comprennent une utilité. Par exemple, Julian Alvarez et Olivier Rampoux ont proposé la classification suivante des SG [1] :
 - a. Advergaming : se destinent principalement à la publicité.
 - b. Edutainment: ont une vocation éducative.
 - c. Edumarketgame: s'inscrivent dans le cadre des outils dédiés à la stratégie de communication en s'appuyant sur les ressorts du jeu vidéo, mais en intégrant également un aspect éducatif.
 - d. Jeux engagés : ont pour objectif de détourner soit les règles classiques des jeux vidéo soit les graphismes de titres connus.
 - e. Jeux d'entraînement et simulation : ils ont pour vocation soit de permettre à l'utilisateur de s'entraîner à exécuter une tâche ou une manœuvre donnée soit d'étudier un phénomène s'inspirant du réel qui a été reproduit dans un environnement virtuel.

4. En considérant en plus le type de Gameplay (expérience de jeu). Damien Djaouti et al. (2011) ont proposé un modèle de classification appelé GPS (Gameplay Purpose Scope). Le jeu est classifié selon :
 - a. Le type de gameplay utilisé en termes de structure et comment il sera joué.
 - b. L'objectif du SG (purpose) en faisant référence à l'objectif de conception de SG
 - c. Le thème de SG (scope) qui indique la cible d'utilisation comme les marchés, l'audience, etc.

4. Les jeux sérieux pour la remédiation ou l'entraînement cognitif

Les jeux sérieux sont utilisés pour améliorer les fonctions cognitives dans le cadre de remédiation ou d'entraînement. Les exercices proposés dans ces jeux peuvent être destinés à des personnes de tout âge, souhaitant entraîner leurs fonctions cognitives ou suivant un programme de remédiation ou de rééducation comme dans le cas d'Alzheimer, autisme, d'hyperactivité, et d'accident vasculaire cérébrale. L'amélioration de l'état cognitif peut se faire sur différentes zones cognitives, comme par exemple les différents types de mémoire, la capacité visuo-spatiale, les fonctions exécutives, l'attention, etc.

Concernant la mémoire épisodique, Jebara et al (2014) ont proposé par exemple un environnement de réalité virtuelle qui affiche une ville avec des bâtiments, des personnes, des voitures, des objets de la rue et plusieurs intersections. Les joueurs doivent exécuter des tâches cognitives telles que le rappel libre et le rappel visuel des objets.

Concernant l'attention, AULA (Shriki et al, 2010) est un exemple de jeu qui reproduit un environnement virtuel illustrant une salle de classe. Ce jeu permet de diagnostiquer le trouble d'hyperactivité avec déficit de l'attention (TDAH). Les tâches cognitives impliquées sont les erreurs d'omission et de commission, le temps de réaction, l'activité motrice, la différenciation entre les tâches, la comparaison des modalités sensorielles et la qualité de l'attention.

Afin de travailler la mémoire, le jeu VRAM (Virtual Radial Arm Maze) a été proposé (Lee J-Y, Kho et al, 2014). Il reproduit une salle virtuelle contenant un labyrinthe à six bras, dont trois contiennent un trésor à leurs extrémités. Le but du jeu est de trouver de tels trésors. Dans un autre exemple, Shape builder (Atkins et al, 2014) affiche une grille 4×4 et quatre jeux de formes colorées de base sur les côtés de la grille. Le but est de rejouer la série de stimuli présentée (c'est-à-dire l'ordre et la position spatiale d'un ensemble de formes colorées). Afin de traiter la mémoire prospective, Canty et al, (2014) ont proposé un jeu à base de tâche de magasinage en réalité virtuelle.

Pour améliorer les fonctions exécutives, on trouve par exemple le jeu « La chasse au trésor » (Hagler et al, 2014) qui affiche un ensemble de points placés au hasard que le joueur connecté en cliquant dessus dans une séquence spécifique. Les données saisies comprennent le temps de rappel, le temps de recherche, le temps moteur et le nombre de pas.

Enfin, pour traiter la capacité visuo-spatiale, VAP-S (Virtual Action Planning Supermarket) (Werner et al, 2009) reproduit un environnement virtuel affichant un supermarché. Les données saisies dans ce cas incluent la distance totale parcourue, le temps total, le nombre d'articles achetés, le nombre d'actions correctes, le nombre d'actions incorrectes, le nombre de pauses, la durée combinée des pauses et le délai de paiement. Passant à un autre exemple de capacité visuo-spatiale, Geoshooter (der Ham IJM e tal, 2015), dans laquelle les participants sont invités à planifier des itinéraires dans quatre conditions différentes dans un environnement virtuel (conditions réelles, hybrides, virtuelles et virtuelles).

Dans le chapitre suivant, nous présenterons le résultat de l'analyse de l'état de l'art des jeux sérieux dédiés à la remédiation et en particulier la concentration.

CHAPITRE II : ANALYSE DE L'ETAT DE L'ART

Après avoir décrit le contexte et la problématique de notre thèse dans le chapitre précédent, nous nous adressons maintenant à l'analyse de l'état de l'art des techniques de personnalisation de jeux sérieux pour la remédiation cognitive chez les enfants et les adolescents. Nous présentons d'abord la méthodologie de recherche suivie d'une synthèse sur les travaux analysés. Nous clôturons ce chapitre par une discussion et une introduction à l'approche proposée.

1. Personnalisation des jeux

Le mot "personalization" en anglais est défini en général dans le dictionnaire de Cambridge comme le processus de faire quelque chose approprié aux besoins d'une personne particulière. Le mot "personne" fait référence à un individu mais il est aussi utilisé pour décrire le caractère d'une personne. Pour faire référence à la personnalisation, on utilise également le mot "customization" qui signifie la modification de quelque chose selon les besoins d'une personne.

Les jeux sérieux sont efficaces quand ils réussissent à améliorer les compétences d'un utilisateur et/ou de modifier son comportement à travers la personnalisation du jeu à ses besoins (Busch et al, 2015). Différents travaux de recherche ont montrés l'efficacité de la personnalisation dans le jeu (Bakkes et al. 2012) (Connolly et al, 2012) (Orji et al. 2013). La personnalisation permet également de maintenir la motivation d'un utilisateur en captant son intérêt et en lui proposant une expérience de jeu immersive (Gobel et al, 2010) (Konert et al, 2014).

1.1 Paramètres de personnalisation

La personnalisation du jeu a été réalisée selon différents paramètres liés par exemple à : la personnalité ou le caractère d'une personne (Nov et al, 2013), la capacité cognitives (Crabb et al, 2013), les capacités physiques (Gobel et al, 2010), le genre (Orji et al, 2014), les émotions (Sabourin, 2011) et le style ou le type du joueur (Orji et al, 2013). Nous nous intéressons en particulier à l'évaluation de capacités cognitives en termes d'attention et stress.

a. *Les capacités cognitives*

La personnalisation peut se faire en se basant sur les capacités cognitives d'un individu ex. la mémoire (Bouchard et al, 2012), la concentration, les capacités visuo-spatiale (Burke, 2009), l'organisation des tâches et ses connaissances préalables ou développés au cours du jeu (Rowe et Lester, 2010). Les connaissances du joueur comprennent aussi ses connaissances sur les scénarios, l'environnement de narration et les stratégies d'interaction. A titre l'exemple, Rowe et Lester et al (2010) ont proposé d'utiliser une approche basée sur les réseaux bayésiens dynamiques afin de modéliser les connaissances de l'apprenant dans l'environnement narratif

incertain. Les résultats de l'évaluation de ce modèle aide à la conception et l'évaluation des modèles des connaissances des apprenants afin de guider la narration et l'adapter au besoin (Rowe et Lester, 2010).

b. *Les émotions, suivies de regard et visage*

Objectif de prédire les émotions du joueur est d'améliorer son apprentissage et son engagement. La prédiction des émotions peut se faire suivant des approches non intrusives qui n'utilisent pas les senseurs physiologiques (essentiellement des questionnaires auto-évaluatifs) ou en utilisant les senseurs physiologiques (principalement l'électro-encéphalogramme et l'activité électrodermale).

Dans (Sabourin, Mott, et al. 2011 ; Sabourin et Lester, 2014), les auteurs ont discuté la possibilité de doter le jeu Crystal Island d'une plateforme de prédiction et de reconnaissance des émotions ainsi que leurs valences. Les émotions prédites sont au nombre de sept : anxiété, ennui, confusion, curiosité, excitation, concentration et frustration. La prédiction des émotions s'est faite en utilisant essentiellement les réseaux bayésiens et les réseaux bayésiens dynamiques pour inclure la composante temporelle et augmenter la précision. Pour la reconnaissance des émotions des apprenants, les auteurs ont utilisé le modèle d'Elliot et Pekrun (Elliot et Pekrun, 2007). Ce modèle a été empiriquement appris par des données d'interaction des apprenants avec le système. Ces données sont principalement issues d'une méthode subjective d'auto-évaluation des émotions où il est demandé à l'apprenant d'inscrire son émotion sur un appareil portable (game smart phone device), et ceci à chaque intervalle de sept secondes. Le joueur peut choisir ainsi une émotion parmi une liste de sept émotions (anxieux, ennuyé, confus, curieux, excité, concentré et frustré). Les réseaux bayésiens sont basés sur trois types de variables :

- les attributs personnels (personnalité et orientation du but).
- les variables observables de l'environnement (des captures écrans de l'activité de l'étudiant dans l'environnement).
- les attributs d'évaluation (l'évaluation cognitive de l'étudiant sur plusieurs facteurs).

L'utilisation des senseurs électro-physiologiques attire l'intérêt de certain chercheurs pour mesurer et inférer certains états chez l'apprenant (tels que son engagement, son attention, sa charge cognitive, sa performance, etc.). Par exemple, (Ghali et al. 2015) ont proposé d'évaluer et d'analyser la variation de l'index d'engagement proposé par (Pope et al. 1995) dans un JS pour l'apprentissage des tas binaires (Derbali et al. 2013). De plus, les auteurs ont étudié l'impact des stratégies motivationnelles sur l'engagement et la motivation des apprenants. Ils ont ainsi pu obtenir une corrélation positive entre l'auto-évaluation. De même, ils ont obtenu une corrélation positive entre les scores d'engagement (obtenus par auto-évaluation) et les scores de motivation obtenus par le modèle de Keller (Keller, 1987).

Cristina Conati et son équipe (Conati et al. 2013) ont discuté de la possibilité de développer des stratégies qui permettent de décider quand et comment intégrer les conseils dans leur jeu

éducatif Prime Climb, et ceci en utilisant un modèle oculaire (principalement un traceur de regard) dans le modèle de joueur. Elle a essentiellement utilisé les données de suivi du regard qui ont permis de capter l'attention des apprenants à partir d'un certain nombre de statistiques faites sur les données oculaires (durée moyenne de fixation, longueur de message de conseil, type de conseil et nombre total de fixations pour chaque type de conseil).

1.2 Périmètres de personnalisation

Différents éléments composent un jeu tels que les règles, les objectifs, les mécaniques, la narration, le scénario, etc. Afin de personnaliser le jeu, différentes techniques ont été proposées dans la littérature, on trouve principalement : la personnalisation de la narration, du scénario et objectifs de jeu et de niveau de difficulté du jeu.

a. Personnalisation de la narration

La narration consiste à faire raconter des histoires ou du contenu narratif par des personnages virtuels intégrés dans le jeu. Dans la planification de l'aspect narratif, les travaux intègrent un type particulier d'agent appelé « Director agent ». Cet agent orchestre tout le contenu des événements présentés au joueur afin d'améliorer l'expérience de l'utilisateur.

Par exemple, dans (Mott et Lester, 2014), les auteurs ont présenté une plateforme de narration appelée U-Director. Cette plateforme a une architecture de planification narrative afin de modéliser les objectifs narratifs. Elle modélise dynamiquement les objectifs de narration (par exemple la progression et le flot de l'histoire) et les états de l'utilisateur (ses objectifs et ses croyances). Les auteurs ont utilisé les réseaux de décision dynamiques qui sélectionnent dynamiquement les prochaines actions à entreprendre afin de maximiser l'aspect de narration. L'agent qui dirige cette plateforme est constitué de trois composantes : les états de l'utilisateur, les objectifs de narration et l'état de narration. Des résultats préliminaires ont montré que l'architecture de cette plateforme satisfait les contraintes de narration en temps réel et offrent à l'utilisateur un environnement qui stimule son engagement (Mott et Lester, 2013).

Dans (Rowe et al. 2014), les auteurs ont présenté une plateforme interactive de planification narrative qui utilise l'apprentissage par renforcement pour induire la planification à partir des données de l'apprenant. Le problème est décomposé en différents sous problèmes indépendants qui forment l'aspect de narration. Dans l'apprentissage par renforcement, un agent doit apprendre un ensemble de règles pour sélectionner les actions dans un environnement incertain. Les études empiriques ont montré que les règles de narration interactive avec apprentissage par renforcement peuvent améliorer les performances des joueurs en comparaison avec les méthodes de règles à base d'heuristiques.

b. Personnalisation du scénario et objectifs de jeu

Lester et son équipe ont étudié la possibilité de modéliser les objectifs du joueur dans le jeu Crystal Island (Baikadi et al. 2014 ; Min et al. 2014 ; Min et al. 2016) à partir des observations faites sur les actions du joueur. Min et al. (2016) ont utilisé essentiellement des techniques d'apprentissage machine tel que l'apprentissage profond ou encore 'deeplearning'. En particulier, ils ont intégré les réseaux de neurones récurrents de type 'long Short Term Memory'. Ils ont ainsi développé une plateforme de reconnaissance des objectifs des participants (137) à partir de ces réseaux. Leur plateforme reconnaît précisément les objectifs du joueur en se basant sur les interactions présentes dans les fichiers journaux tout en augmentant la précision par rapport aux autres travaux de littérature (Min et al. 2016). Ils formalisent le problème en une classification multi classe où il s'agit d'entraîner un classifieur sur les données afin de prédire l'objectif correspondant le plus à la séquence observée d'actions et les précédents objectifs.

La reconnaissance des objectifs (Goal recognition) consiste à « identifier les objectifs de haut niveau de l'apprenant étant donné une série d'actions de bas niveaux » (Ha et al.2011 ; Harrison et al.2015 ; Min et al. 2014). La reconnaissance des objectifs des apprenants a fait l'objet de plusieurs travaux, et entre autres ceux de (Bisson et al.,2015 ; Ha et al. 2011). Par exemple, dans (Bisson et al. 2015), les auteurs ont présenté des modèles de réseaux de neurones récurrents. Leur modèle apprend la représentation des vecteurs caractéristiques des hypothèses et des résultats. Ensuite, il procède à la classification de la reconnaissance des objectifs. Cette approche est évaluée sur trois domaines incluant le jeu StarCraft (Bisson et al. 2015).

En fin, dans (Ha et al. 2011) les auteurs ont utilisé les réseaux logiques de Markov pour reconnaître les objectifs des apprenants dans un jeu éducatif et ils ont prouvé une amélioration significative en termes de précision comparé aux approches bayésiennes.

c. Personnalisation de niveau de difficulté

La personnalisation peut également concerner le niveau de difficulté du jeu afin de créer une expérience immersive (selon la théorie de flow (Czikszentmihalyi, 1991). Cette théorie indique qu'une activité est immersive si elle satisfait un certain équilibre en termes de difficulté. Si l'activité est trop facile elle devient ennuyante et au contraire si elle est trop difficile elle devient frustrante. L'ajustement de la difficulté consiste à changer par exemple les paramètres de jeu, ses comportements et scénarios pour augmenter l'intérêt du joueur (Andrade et al, 2005).

Hamelet est un exemple de technique d'ajustement dynamique de la difficulté générique destinée à différents genres de jeux comme des jeux d'action, aventure et de combat. Ces jeux utilisent des entités virtuelles, NPCs (Non-Player Character), qui représentent les adversaires possédant des comportements (Schaeffer 2001)

Spronck Peter et al, ont proposé une technique d'ajustement dynamique de la difficulté destinée aux jeux de type CRPGs (*Computer Role Playing Games*) appelée *dynamic scripting*.

Cette technique utilise une entité logicielle externe au système jeu pour représenter les différentes règles d'adaptation. Cette entité est appelée un agent NPC (*Non Player-Character*) et représente l'adversaire dans le jeu. Le comportement dynamique de système est déterminé donc suivant l'ensemble de règles sélectionnées pour un NPC associé au joueur (Spronck P., et al, 2004).

2. Méthodologie de recherche

2.1 Cadre de recherche

Le cadre de recherche était les jeux vidéo et les jeux sérieux utilisés pour évaluer et améliorer l'attention et la concentration et diminuer le stress des joueurs. Nous nous sommes focalisés sur une cible de joueurs qui sont les enfants et les adolescents (Voir Chapitre 1). Nous avons utilisé Google Scholar comme moteur de recherche. Les mots clés utilisés sont : videogame, serious game, personalization, attention, concentration, hyperactivity, stress.

2.2 Critères d'analyse

Afin d'analyser les travaux existants, nous avons considéré les principaux critères suivants :

- **Cible** : On analyse à travers ce critère la cible d'utilisateur concernée par la remédiation cognitive. La cible peut être des patients ou des utilisateurs en bonne santé ; des utilisateurs de tout âge ou pour une tranche d'âge particulière, etc.
- **Phénotypes** : On précise à travers ce critère l'élément cognitif traité dans le travail au plus de l'attention. Par exemple : la mémoire à court et à long terme, coordination œil-main, prise de décision, multitâche, temps de réaction, attitudes liées au stress, dépression, anxiété, etc.
- **Évaluation des capacités des joueurs** : On met en avant, à travers ce critère, la technique d'évaluation de capacités cognitives de l'utilisateur si elle est considérée pour la personnalisation du jeu.
- **Paramètres de personnalisation** : Ici on répond à la question : Quelles sont les métriques de jeu utilisées pour le personnaliser ?
- **Technique de personnalisation** : On analyse à travers ce critère si une technique de personnalisation a été considérée dans le travail ? et sur la base de quel modèle ou approche le jeu a été concrètement personnalisé ?

D'autres critères ont été également utilisés pour décrire les travaux, notamment :

- **Objectif** : Ce critère détermine l'objectif du travail analysé, s'il s'agit d'une évaluation de l'effet de serious game, étude d'efficacité en prévention, en entraînement cognitif ou en psychothérapie, etc.
- **Résultat** : Ce critère précise si le travail considère une évaluation empirique du jeu sérieux et de son impact éventuel.

3. Description et analyse des travaux

Fontana et al (2017) proposent un jeu sérieux mobile appelé TrainBrain pour l'entraînement de l'attention pour des personnes de tout âge (voir Figure 2.). L'objectif du jeu est de minimiser le déclin de concentration. Il considère plus particulièrement l'attention sélective et alternative ainsi que la mémorisation. Les auteurs proposent trois jeux, chacun avec trois niveaux de difficultés : facile, moyen et difficile. Le premier jeu consiste à mémoriser des images dans un contexte particulier. Le second jeu permet d'entraîner l'attention sélective en mémorisant des images de contextes différents. Dans le dernier jeu, des cercles colorés sont utilisés pour entraîner l'attention. La personnalisation a été réalisée à travers la proposition de trois niveaux de difficulté sélectionnés par le joueur au début du jeu. La difficulté est ajustée en modifiant le nombre d'images, leurs similarités, et leurs orientations. Dans le dernier jeu, la difficulté a été représentée par la mémorisation des couleurs des cercles ainsi que leurs numéros d'apparition. Cependant, l'adaptation de la difficulté n'est pas dynamique et ne considère pas les capacités du joueur pour avoir un niveau de jeu adapté.



Figure 2 .TrainBrain (Fontana et al, 2017).

Veronica Montani et al (2014) travaillent sur un jeu vidéo adaptatif pour l'entraînement de l'attention et des fonctions exécutives appelé LABYRINTH (voir figure 3.). L'objectif de jeu est de soutenir la remédiation de l'attention et des fonctions exécutives chez les patients qui souffrent de Lésions Cérébrales Traumatiques (TBI). Ils considèrent, plus précisément, la planification visio-spatiale et l'attention sélective. Les auteurs proposent un jeu avec deux tâches différentes. « Latâchede diamant » pour collecter des diamants et la « tâche serpent » pour le faire avancer rapidement. La personnalisation du jeu est basée sur l'équilibrage dynamique de la difficulté en fonction de performances du joueur. Elle considère deux paramètres liés aux : (1) temps nécessaire pour faire une tâche (2) Chaque tâche a huit niveaux de difficulté variés en fonction de

nombre de cubes a collectés et à la vitesse du serpent. Ce travail a été validé uniquement à travers une simulation des joueurs pour montrer la corrélation entre la performance des joueurs et la difficulté proposée dans le jeu.



Figure 3. Le jeu Tâche de Diaman (Montani et al, 2014).

Alchalabi et al (2017) proposent un jeu sérieux 3D à base d'Électro Encéphalo Gramme (EEG) pour l'amélioration de la concentration. Le but de ce jeu est d'aider à la réhabilitation de diverses déficiences cognitives et émotionnelles, parmi eux le trouble d'hyperactivité (ADHD - Attention Deficit Hyperactivity Disorder), trouble du déficit de l'attention (ADD) et la concentration. Pour ce jeu, un seul niveau de difficulté a été proposé. L'objectif du joueur dans ce niveau est de collecter des cubes jaunes du jeu le plus rapidement possible au moyen de commandes lancées mentalement. L'avatar dans le jeu était conçu pour ne pas perturber l'attention des en termes de couleur et nuisance sonore. Le jeu était basé sur une phase de calibration pour permettre à un joueur de contrôler le jeu mentalement en représentant les éléments de jeu comme des cubes. Cependant, aucune technique de personnalisation, unique à chaque joueur, n'a été considérée dans ce travail. En revanche, l'approche EEG a été démontré utile en elle-même pour améliorer la concentration indépendamment du jeu proposé.

Diego Avila-Pesantez et al (2018) ont mis en avant l'amélioration de l'attention des enfants atteints de trouble déficit de l'attention / hyperactivité. Ils proposent d'entraîner les enfants à l'aide d'un prototype de jeu sérieux de réalité augmentée appelé ATHYNOS utilisant une Kinect. L'objectif de ce travail était de fournir aux experts et médecins en ADHD un outil pour aider à réaliser des séances de remédiation. Le jeu est composé de deux mini-jeux de type 1) Glisser-déposer et 2) un jeu de Formes. Chaque jeu propose 3 niveaux de difficulté : Basique, Moyen et Avancée. La difficulté est préétablit par le jeu en modifiant le nombre d'objets apparissant dans les scènes de jeu et ne dépend pas des performances des joueurs. Dans le cas de l'activité Glisser-déposer dans ATHYNOS, le principal défi est le développement et

l'amélioration de la coordination œil-main chez les enfants atteints de TDAH. L'analyse statistique descriptive confirme que les participants qui ont joué à ATHYNOS ont considérablement amélioré leur fonctionnement quotidien dans les domaines de la gestion du temps et des compétences sociales. Une amélioration de leur niveau de concentration a été également démontrée.

Rijo et al (2015) proposent un jeu vidéo thérapeutique en ligne destiné aux enfants présentant un trouble d'hyperactivité avec déficit de l'attention. Ils considèrent plus en particulier : l'attention, hyperactivité, comportement impulsif, difficultés de concentration, problèmes de mémoire (WM (mémoire de travail), y compris le VSM (mémoire visco-spatiale) et AM (mémoire auditive) et coordination œil-main. Le jeu proposé demande aux joueurs de faire la recherche de trésors cachés comme les lettres, les mots, les visages et les objets. Ces tâches ont pour objectif de renforcer le sens de l'organisation et de l'attention et stimulent le traitement auditif. Le jeu était personnalisé par des feedbacks: la proposition des tâches telles que l'encouragement à l'écoute et le suivi des instructions verbales pour analyser l'environnement. Le jeu a apporté des améliorations en termes de concentration via des tests cliniques (WISC III).

Avinash Parnandi et al (2018) examinent si le renforcement partiel avec les jeux de biofeedback peut améliorer la résistance à l'extinction des comportements de relaxation. La personnalisation a été réalisée par Frozen Bubble, un jeu open source qui affiche des messages de relaxation « S'il vous plaît essayer de vous détendre ! ». L'utilisateur reçoit également un stimulus auditif sous la forme d'une erreur retentit pour indiquer que leur fréquence respiratoire est supérieure à la valeur de référence. Les résultats de l'expérimentation montrent que les participants au renforcement partiel ont appris à ralentir leur respiration donc à améliorer leur concentration et relaxation. De plus, les résultats n'indiquent que l'entraînement avec renforcement partiel donne des taux d'acquisition des compétences similaires à ceux d'un entraînement continu.

Riccardo Sioni et al (2014) proposent un nouveau système de biofeedback pour l'entraînement à la relaxation, qui a été testé avec deux algorithmes de détection de stress différents (mono et multi-capteurs) et avec le biofeedback factice (placebo). L'étude et le développement du système ayant les capacités de reconnaître, d'exprimer et de modéliser les émotions humaines appelé l'informatique affective (IA) pour la santé et le bien-être. Tout d'abord, ils proposent un nouveau jeu de formation à la relaxation, Le jeu détecte le niveau de stress de l'utilisateur et l'utilise pour influencer l'état affectif et le comportement d'un personnage virtuel 3D en tant que forme de feedback. Deuxièmement, ils comparent les deux algorithmes : une approche plus pratique et moins coûteuse qui utilise un seul capteur physiologique et une approche potentiellement plus précise qui utilise quatre capteurs. Les résultats de l'évaluation montrent que seule la rétroaction produite par la solution à capteur unique a été perçue comme significativement plus précise que la condition placebo.



Figure 4. (a) Bejeweled 2 (b) Bookworm Adventures et (c) Peggle (Carmen V et al, 2009).

Russoniello Carmen V et al (2009) étudient le comportement et les effets de 3 jeux vidéo: Bejeweled 2 (Figure 4.a), Bookworm Adventures (Figure 4.b) et Peggle (Figure 4.c) sur l'amélioration de l'humeur et de stress en comparant les joueurs dans des conditions similaires. Les auteures ont observés, à travers une expérimentation, un changement de variables pendant le jeu à travers le surveillance électro-physiologique destinée à enregistrer l'activité électrique du cerveau et le degré de contractions du cœur (nommée la variabilité des références cardiaques). Le résultat de l'expérimentation a montré l'effet de jeu sur l'humeur, la tension, la dépression et la fatigue. Enfin, la mesure psychophysologique fournit une méthode pour comprendre les effets corps / esprit des jeux et peut donc aider à la modification et au développement du jeu. Par exemple, lorsqu'une personne est physiquement mesurée, ses réactions aux différents aspects du jeu sont enregistrées. Ces réactions peuvent être relaxantes, stressantes ou excitantes. Selon l'objectif du jeu, un programmeur peut augmenter ou diminuer le montant d'une certaine variable (musique, effets visuels, etc.) pour augmenter ou diminuer l'effet.

4. Discussion

De nombreuses maladies psychiatriques entraînent des difficultés cognitives. La remédiation cognitive est une solution pour l'amélioration des capacités des individus telle que la mémoire, l'attention, de concentration, ou encore d'organisation ou de planification. Ces problèmes peuvent attaquer toute catégorie de personnes : enfant, adolescent et même des personnes âgées, et pénaliser fortement leurs vie sociale et professionnelle. La remédiation cognitive réussie s'agit de remédier des situations d'handicap liées à la maladie en développant de nouvelles voies et solutions cognitives pour cela.

L'enjeu est moins la normalisation de l'évaluation neuropsychologique (comme être de nouveau en mesure d'avoir un bon niveau de concentration ou de mieux retenir les informations) que la diminution des situations de handicap. C'est cela qui va aussi améliorer la qualité de vie.

Notre projet est focalisé sur l'amélioration des capacités attentionnelle des individus. Même si ces facteurs peuvent être présent chez des personnes de tout âge, nous nous intéressons

à une tranche d'âge particulière qui est les enfants et les adolescents. Le problème de concentration et de stress sont très commun chez cette catégorie et peut influencer l'apprentissage. En particulier, l'absence du diagnostic dans les écoles algériennes peut entraîner le développement de maladies comme l'hyperactivité et le déficit attentionnel. Un jeu sérieux peut être un moyen de diagnostic simple à intégrer et permet de prévenir ce genre de maladies. Il peut également proposer des exercices d'entraînements cognitifs pour aider à améliorer les fonctions des enfants quel que soit leur état quotidien. La personnalisation joue dans un cas un rôle essentiel pour proposer à chaque joueur une expérience adaptée à son état cognitif et besoin d'entraînement.

A partir de l'analyse des travaux existants, nous constatons qu'il existe généralement trois approches de personnalisation dans le contexte d'amélioration d'attention et relaxation : personnalisation de difficulté, de feedbacks et l'avatar du jeu.

La plupart des travaux proposent une personnalisation à travers la calibration des paramètres de jeu pour contrôler le niveau de difficulté, en particulier pour l'amélioration de l'attention. Les jeux proposés dans la littérature ne prennent pas généralement en compte l'état courant de joueur. Cela vous dire que pour un joueur qui change d'état d'un jour à l'autre, il aura pratiquement la même expérience de jeu. Cela est dû au manque d'évaluation continu de joueur. Pour traiter ce problème, des travaux proposent au joueur de choisir lui-même un niveau de difficulté qui convient à son état quotidien (Fontana et al, 2017, Pesantez et al, 2018). Cependant, l'enfant peut ne peut pas être en mesure de choisir lui-même l'exercice ou son niveau de difficulté et une présence d'expert est donc nécessaire. Montani et al (2014) proposent une adaptation dynamique de la difficulté, mais les niveaux sont préétablit (8 niveaux) et la personnalisation dépend uniquement des performances du joueur.

D'autres travaux se focalisent sur une personnalisation des feedbacks (messages de rétro-action). Il s'agit souvent des messages d'encouragement et de guidance pour le joueur en fonction de ses performances (Rijo et al, 2015, Parnandiet al, 2018). Le feedback peut être un élément essentiel pour maintenir la motivation des joueurs et capter leur attention dans le jeu. Il est également utiliser pour la relaxation en donnant des messages encourageants.

La troisième approche de personnalisation proposée dans les travaux consiste à utiliser l'avatar comme moyen de feedback (Riccardo Sioni et al, 2014). L'avatar a été utilisé pour mimer l'état émotionnel du joueur pour l'aider à contrôler sa concentration, ses émotions et son stress.

Concernant la relaxation, les travaux souvent utilisent des jeux ludiques existant pour réduire le stress. L'idée derrière est d'utiliser d'humeur pour minimiser le stress (Russoniello, 2009). On constate le manque d'utilisation des feedbacks pour encourager et diminuer le stress du joueur. A l'exception de (Avinach et al, 2018) qui propose un jeu affichant des messages de relaxation.

En fin, on constate que les travaux traitant le problème de concentration et d'attention ne considèrent pas le niveau de stress d'un individu. De plus, chaque travail considère un ou

plusieurs types d'attention sans mettre en avant quel type est concerné par la personnalisation et comment cela était intégré dans le jeu.

Afin de répondre à ces défis, tout en se limitant au temps donné à notre projet de Master, nous proposons dans ce projet un modèle conceptuel de jeu sérieux pour la concentration. Ce jeu, jouera deux rôles : le rôle d'un système expert qui aide les chercheurs à tester leurs modèles de concentration et le rôle d'un système d'aide à la décision car il donne à l'expert l'ensemble de données liées au joueur afin de l'aider à analyser son état de concentration et prendre par conséquent des décisions sur ses objectifs d'entraînement. Nous proposons également une technique de personnalisation de jeux sérieux basée sur une évaluation des capacités du joueur en termes de niveau de concentration. La technique de personnalisation proposée sera focalisée sur l'ajustement dynamique de la difficulté. Une expérimentation a été conduite afin d'évaluer l'utilisabilité du jeu personnalisé développé.

CHAPITRE III : CONCEPTION DU JEU DE CONCENTRATION: DOCUMENT DE GAME DESIGN

La conception d'un jeu sérieux (ou serious game) est une tâche complexe car elle demande la mise en cohérence de deux composantes opposées : la composante ludique et le scénario d'apprentissage. Les chercheurs et les développeurs de serious games adoptent généralement deux types de stratégies pour répondre à ce défi.

La première stratégie est de développer/ réutiliser des jeux vidéos et intégrer dans ces jeux la partie apprentissage. Cette stratégie permet de garantir l'aspect ludique du jeu mais peut s'avérer difficile pour intégrer la partie utilitaire du jeu selon le contexte d'application (par exemple le contexte de la santé).

La seconde stratégie est de développer des exercices d'apprentissage puis utiliser quelques éléments de jeux vidéo pour rendre ces exercices ludiques. Il s'agit d'ajouter par exemple les règles, la narration, des avatars, etc pour créer le serious game.

Notre objectif dans le projet était de proposer un jeu sérieux qui privilège une architecture respectant les deux aspects ludique et sérieux suivant la seconde stratégie. Les spécifications du document de game design établit durant notre projet est synthétisé dans les sections suivantes.

1. Game Design : Définition

Le game design — en français la conception de jeux — est le processus de création et de mise au point des règles et autres éléments constitutifs d'un jeu. Selon Salen et Zimmerman, « le game design est le processus par lequel un game designer conçoit un jeu, qui en interaction avec un joueur, produit une expérience de jeu signifiante » (Salen et al, 2003). De nombreux auteurs spécifient que le game design est un processus centré jeu : le game designer doit commencer par la définition de l'expérience de jeu et de l'audience, puis son rôle étant ensuite de faire en sorte que le jeu délivre cette expérience de jeu (Fullerton et al, 2016).

En pratique, les entreprises de développement de jeux vidéo et même les développeurs amateurs établissent un document de game design qui spécifie l'ensemble des éléments qui constituent le jeu vidéo. Etant développé en équipe qui peut englober des graphistes, développeurs du jeu, développeurs de l'intelligence artificielle et designers, ce document représente une sorte de « cahier de charge » dans l'industrie de jeux vidéo.

2. Modèle du jeu de concentration

Notre objectif dans le projet était de proposer un jeu sérieux qui privilège une architecture respectant les deux aspects ludique et sérieux. Pour cela, le modèle de conception était orienté tâche. Cela signifie que les actions de jeu étaient pensées et étudiées à être uniquement sur la concentration. Le reste des éléments qui composent le jeu vidéo étaient pour compléter le côté ludique du jeu. Par exemple, l'histoire, la mécanique et les règles étaient utilisées pour agrémente le côté ludique afin de motiver le joueur.

Le jeu sérieux se compose essentiellement de deux parties : une partie utilitaire pour l'évaluation et le traitement de la concentration et une partie ludique assurant une expérience de jeu motivante au joueur.

2.1 Partie utilitaire

La concentration ou « attention » des individus peut se porter sur différents éléments cognitifs. On note les types de concentrations suivants : La concentration sélective, soutenue, alternée et divisée des composantes d'attention séparables, telles que la capacité à maintenir l'attention avec le temps (vigilance), la capacité d'assister aux stimuli de manière sélective, la capacité d'alterner ou de changer les stimuli d'attention ou les tâches, et la capacité de diviser l'attention de manière à maintenir plus qu'un processus en cours. (kimberly A et al,1999).

Il existe des preuves d'un déficit de l'attention sélective dans ce groupe (Ceci & Tishman, 1984; Landau, Lorch et Milich, 1992). Par exemple, on sait que les enfants atteints de TDAH éprouvent des difficultés importantes dans des tâches telles que le test StroopColor et Word.

a. Actions d'entraînement de la concentration dans le jeu

Nous nous sommes focalisé sur l'attention sélective car notre jeu ciblera les enfants et adolescents. Cette catégorie précisément aime voir les couleurs, des dessins bien colorés et découvrir des nouvelles images. Il a été également prouvé que l'attention sélective est la composante qui influence le plus le processus d'apprentissage et qui est la cause principale de l'échec scolaire.

Le jeu est structuré sous forme d'un ensemble de scènes. Chaque scène propose au joueur un ensemble limité d'actions de concentration. Les actions de concentration sont définies dans ce cas comme des tâches de sélection de cibles apparentes. La difficulté de la tâche peut varier selon le nombre de cibles à trouver, la durée nécessaire pour les attraper, la présence d'obstacles et le contexte visuel.

b. Evaluation de la concentration sélective d'un individu

Sur la base du modèle d'attention Sohlberg et Mateer (1989a), il était prévu que des gains importants seraient obtenus avec les mesures d'attention. Dans le cadre de notre projet, l'évaluation de la concentration utilise un test clinique qui est une version simplifiée du fameux test WISCIII, un test approuvé pour l'évaluation de la concentration. Nous avons réimplémenté que les exercices d'attention sélective de ce test.

Le test de concentration est un travail de spécialistes en cognition et psychologie qui se repose sur un ensemble de théories et d'expérimentation humaines. Nous avons mené une recherche afin de déterminer les moyens de tests cliniques existants et reconnaissables par la communauté scientifique. Nous avons trouvé que le test WISC-III est l'un des standards utilisés comme score clinique reconnaissable pour l'évaluation de la concentration chez l'adulte et l'enfant. Ce test se base sur un ensemble d'exercices et de questionnaires qui peuvent nécessiter un temps important et peuvent s'avérer difficile pour les enfants vu les tâches cognitivement chargées. Pour cela nous avons choisi le test TEA-Ch (Test of Everyday Attention for Children),

un test adapté aux enfants (kimberly a.Kerns.al, 1999). C'est une version simplifiée du WISC-II 1 qui utilise des questions et des exercices avec une feuille et un stylo.

Nous avons repris une version informatisée de ce test, qui évalue uniquement la concentration sélective chez les enfants et les adolescents. Il s'agit de trois exercices rapides que le joueur peut faire avant de passer au Gameplay. Voici la spécification de ces trois exercices :

- **SkySearch** : Dans cet exercice, les enfants ont eu une scène contenant quatre rangées de vaisseaux spatiaux jumelés. Le jeu demande à l'enfant de trouver et de sélectionner toutes les paires de cibles semblables, le plus rapidement possible. La scène contient 8 cibles réparties et 105 distracteurs.
- **SkySearch2** : Cet exercice est similaire au test précédent mais sans distracteurs. La tâche consistait donc à sélectionner 8 cibles le plus rapidement possible. L'objectif de cet exercice est de contrôler les différences attribuables à la vitesse du moteur plutôt qu'à la sélection visuelle.
- **Map Mission** : Dans cet exercice, 8 cibles similaires (chats) ont été distribuées de manière aléatoire dans la scène avec 105 distracteurs (4 chats présentant des caractéristiques différentes). Les enfants ont été invités à sélectionner le chat spécifique parmi un délai d'attente supérieur à 10 secondes). L'objectif est d'évaluer si l'utilisateur a une stratégie spécifique dans la sélection des cibles qui peut influencer le résultat des exercices précédents.

2.2 Partie ludique

C'est l'ensemble des éléments de jeu qui permettent de créer l'expérience de jeu (ou gameplay). C'est éléments sont décrits dans la section suivante.

3. Spécifications du jeu de concentration (document de game design)

Voici les spécifications de la partie ludique du jeu de concentration développé :

Genre : jeu vidéo mono-joueur, cognitif, éducatif

Support : PC

Cible visée : 5ans-18 ans

Temps de jeu estimé : 10-15 min

Caméra : 1ère personne

Objectif:

Un jeu de concentration sélective qui contient un test d'évaluation de concentration et trois mini jeux dans des mondes différents. Le joueur suit un scénario à l'aide de la présence de deux avatars une fille et un garçon qui seront les amis de joueur tout au long de son aventure. Le scénario choisi a pour objectif de donner une ambiance au jeu et met le joueur dans la zone de confort pour le motivé à entraîner ses capacités de concentration.

Histoire :

Le jeu prend place dans plusieurs mondes différents où le joueur sera le héros de l'histoire accompagné par deux amis, un gentil garçon qui s'appelle "Mohammed" et une belle fille qui s'appelle "Wafaa" pour garantir son bien-être et pour lui rassurer dans son état de stress ou de déconcentration. Au début de l'aventure les deux amis Mohammed et Wafaa proposent un petit test au joueur pour voir son état psychologique et l'orienter vers le monde où il va trouver son confort.

Univers :

Différents petits mondes de l'espace et des astéroïdes vers la magie de cartes arrivant dans la forêt où le joueur va rencontrer deux amis et trouver la relaxation, l'imagination et développer sa concentration.

Direction sonore :

- Une musique de relaxation qui aide le joueur à bien se concentrer dans son choix et à bien réussir son test.
- Le son de tir dans le monde d'espace diminue le stress du joueur en versant cette énergie négative dans les attaques des ennemis qui sont « les astéroïdes » qui veulent exploser le vaisseau à leurs rôles.
- Une musique motivante pour aider le joueur à bien mémoriser les cartes et se concentrer sur la sélection des cartes dans le « jeu de cartes ».
- Le son de « forêt » qui attire les insectes, donne une ambiance ludique et joueuse au joueur dans la « forêt des forêts ».

Personnages :

Le scénario de jeu inclut deux personnages :

« Mohammed » :



Figure 5. Avatar "Mohammed"

Mohamed est un garçon sympa, gentil et très intelligent aide ces amis pour être plus vigilant dans leur aventure en cas de danger et il leur donne des conseils pour bien réussir.

« Wafaa » :



Figure 6. Avatar "wafaa"

Wafaa est une fille simple, aimable, elle encourage ses amis durant l'aventure pour avancer et bien concentré et de jamais perdre l'espoir.

Règles de gameplay :

Le jeu est sur PC, le joueur utilise le clavier et la souris. Les règles de jeu sont associées aux différents mondes de jeu considérés.



Figure 7. Actions de gameplay

La règle générale du jeu (ou legame over) :

Le jeu assure une progression du joueur en cas de réussite et d'échec également. L'échec est toléré pour solliciter au joueur de terminer l'ensemble des exercices de concentration dans le jeu. L'objectif du joueur est de pouvoir arriver à la fin du scénario.

Les règles associées aux différents mondes du scénario:

- Le monde « Espace » : l'objectif est d'éliminer tous les astéroïdes qui représentent les ennemis
- Le monde « Angryfrog » : l'objectif est d'éliminer toutes les insectes nuisibles qui représentent les ennemis tout en négligeant l'obstacle qui est un arbre.
- Le monde « Game Card » : l'objectif est de sélectionner les paires de cartes semblables

Actions de concentration dans le jeu :

Le monde	Action de concentration	Illustration de l'action
Espace	Tirer sur les astéroïdes (cibles)	Click ou Clavier
	Se déplacer dans l'espace à gauche et adroite	Clavier
AngryFrog	Attraper les insectes nuisibles (cibles)	Clavier
	Se déplacer	Clavier
	Eviter les papillons (obstacles)	Clavier
Game Card	Chercher les cartes semblables (cibles)	Click

Tableau 1. Actions de concentration

4. Analyse des besoins et conception

La conception de la partie ludique du jeu de concentration était inspirée du modèle LibGdx, un moteur de jeux vidéo. Ce moteur est basé sur le langage Java. Pour cela nous avons utilisé UML pour décrire une partie de la spécification qui complète le document de game design ainsi que la partie conceptuelle de l'ensemble de l'application.

4.1 Diagrammes de cas d'utilisation

Nous avons déterminé deux acteurs de notre application :

- Le joueur : l'utilisateur concerné par l'entraînement de la concentration

- L'expert : cet utilisateur représente tout expert en réhabilitation cognitive mais aussi le tuteur, l'enseignant et/ou un parent.

Voici une table qui explique les cas d'utilisation les plus importants pour un joueur:

Cas d'utilisation	Description
Passer le test	Cette partie est obligatoire pour faire l'évaluation d'état de joueur
Visualiser les résultats du test	Cette partie ou le joueur voir le résultat des tests et des mini-jeux
Explorer et jouer à un monde de jeu	Là où le joueur va découvrir le monde de jeu qu'il lui appartient

Tableau 2. Cas d'utilisation pour l'acteur Joueur

Voici une table qui explique les cas d'utilisation les plus importants pour un expert:

Cas d'utilisation	Description
Configurer le jeu	L'expert peut modifier quelques paramètres du jeu liés aux différents seuils de difficulté et paramètres de chaque monde de jeu
Modifier les paramètres du modèle de concentration	La partie back-end de jeu ou l'expert prépare des formule et des conditions pour que le jeu sera compatible et personnaliser par a port au résultat de test
Visualiser les résultats du joueur	L'extraction des données des trois tests aide l'expert à analyser les performances et améliorer son modèle de concentration

Tableau 3. Cas d'utilisation pour l'acteur Expert

Après la description de cas d'utilisation les plus importants pour l'acteur joueur et l'acteur expert voici un diagramme structuré de cas d'utilisation générique pour chaque acteur :

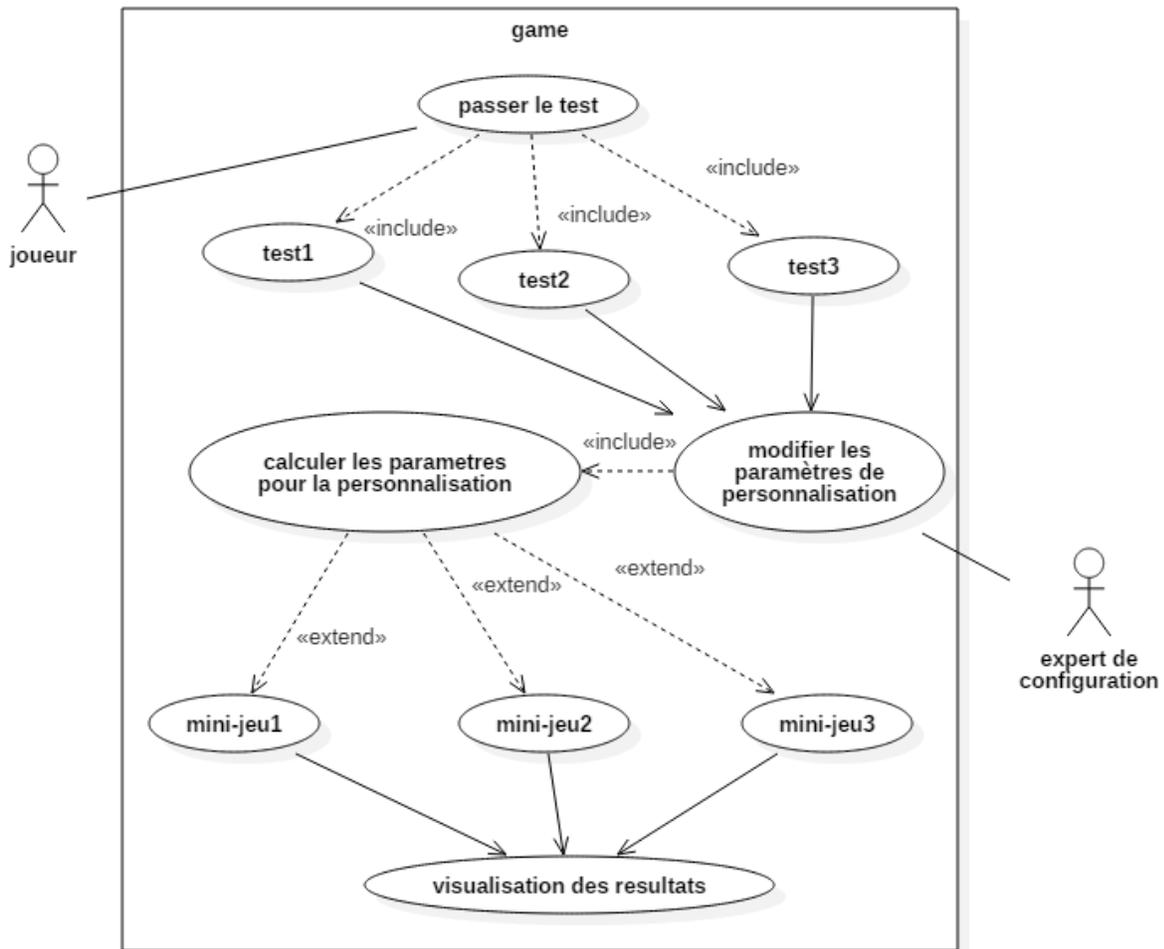


Figure 8. Diagramme de cas d'utilisation pour un joueur

Figure 9. Diagramme de cas d'utilisation pour un expert

4.2 Diagramme de composants

La composition du jeu suit obligatoirement la structure de Libgdx qui sépare d'un côté la version Desktop de la version Core du jeu et de l'autre côté les scènes (Screens) de la logique du jeu.

Nous avons décomposé le jeu en un ensemble de composants qui représentent :

- Un composant qui regroupe les tests d'évaluation de la concentration
- Un composant qui regroupe les scènes de démarrage de tests, de jeu et d'accès à la configuration.
- Les composants qui représentent les trois mini-jeux ou les mondes présents dans le scénario de jeu.
- Chaque composant contient un ensemble de scènes qui suivent la structure LibGdx.

Voici un diagramme qui illustre quelques composantes de l'application :

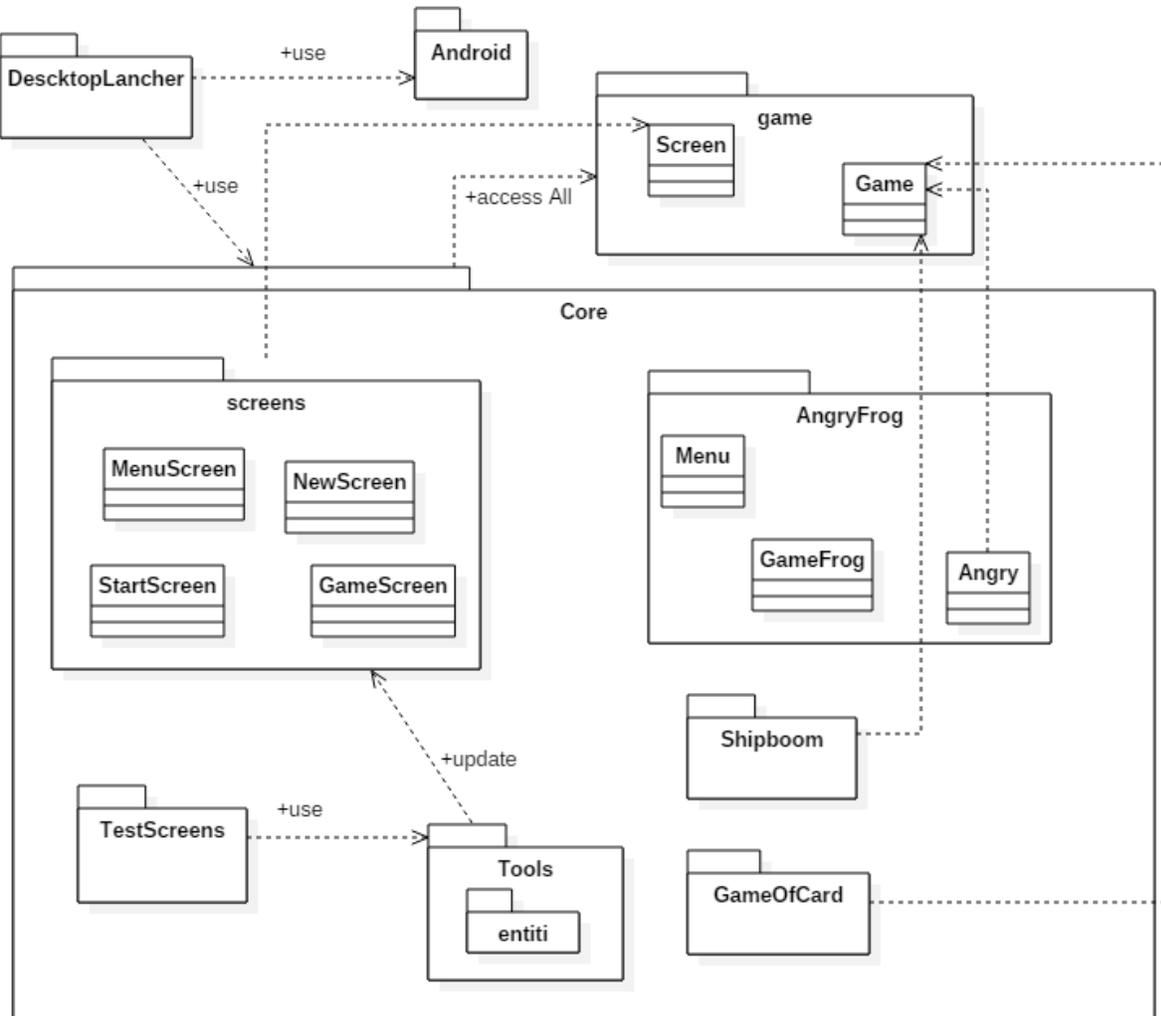


Figure 10. Diagramme de composants de jeu

4.3 Diagramme de classes

Le jeu est structuré à travers un ensemble de scènes. Le diagramme de classe utilisé est le suivant :

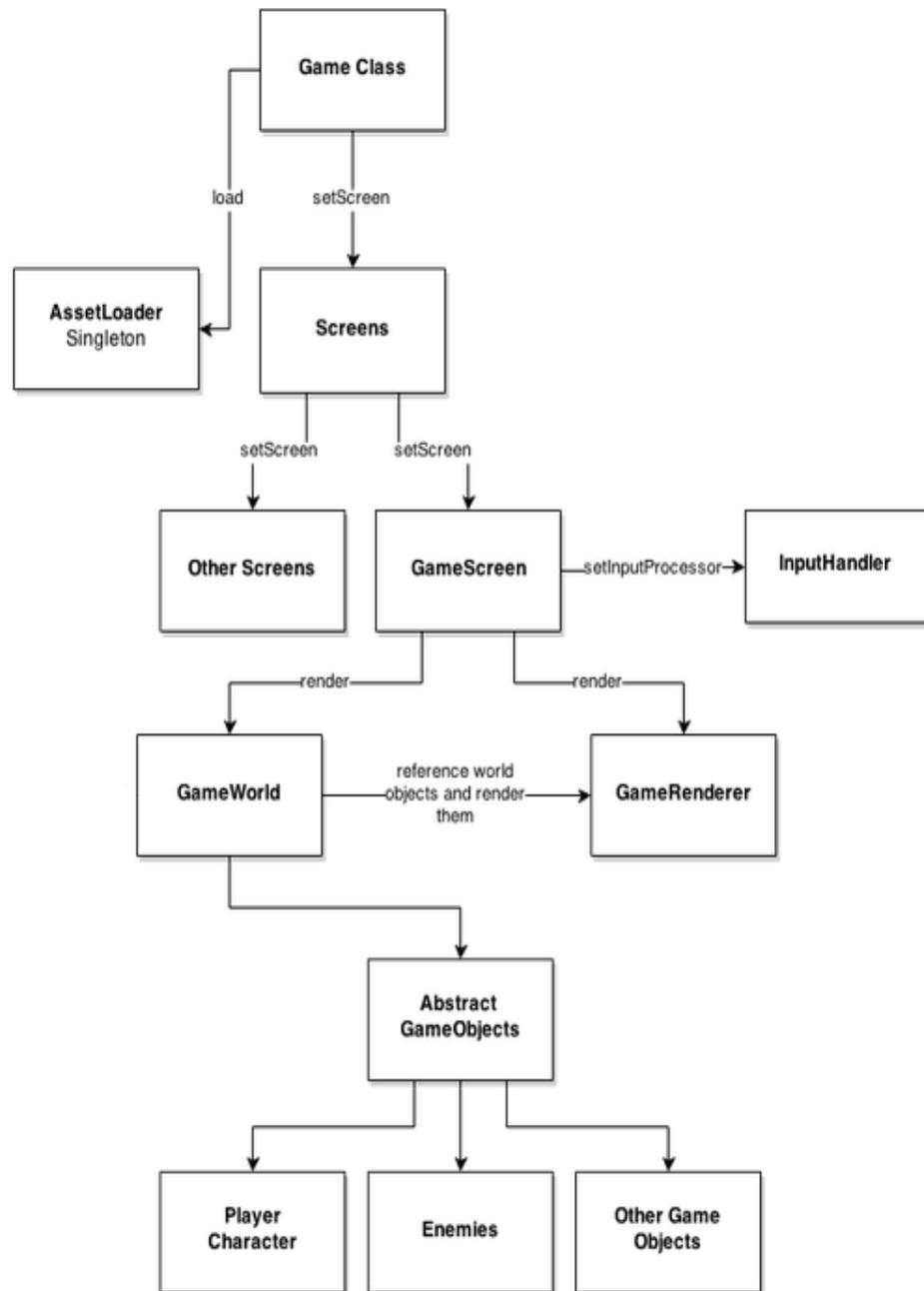


Figure 11. Diagramme de classe générique du jeu

En fin, le travail d'un concepteur de jeux vidéos et en particulier de jeux sérieux demande non seulement une conception classique suivant les étapes de génie logicielle (de la spécification de besoins, à la conception et jusqu'à la maintenance) mais aussi une spécification des différents éléments qui compose le jeu y compris les règles, les actions, le scénario, les mécaniques, etc. Ce dernier, connu comme document de game design, est le document le plus important lors de la réalisation de jeux dans le contexte professionnel.

Nous avons décrit dans ce chapitre les différents éléments de conception de notre jeu. Cela comprend la structure de jeu, la spécification de la partie utilitaire et la partie ludique à travers un document de game design, ainsi que la conception complétée par les quelques diagrammes UML.

CHAPITRE IV : IMPLEMENTATION

Nous décrivons dans ce chapitre les démarches d'installation et de développement de jeu sérieux en utilisant un moteur de jeu vidéo. Nous présenterons les moteurs de jeux vidéo existants puis LibGdx le moteur de jeu choisi pour le développement de notre jeu. Nous expliquerons en fin les détails de jeu de concentration développé avec ce moteur de jeu.

1. Moteurs de jeu existants

Un moteur de jeu désigne un ensemble de codes pré-écrit dont la structure logicielle incite son utilisateur à mettre en place une architecture spécifique pour concevoir un jeu.

Un moteur de jeu est donc constitué de plusieurs bibliothèques logicielles appelées « Framework ». C'est le cas pour libGDX qui est composé d'OpenGL (pour la partie graphique), d'OpenAL (pour la partie sonore) et d'OpenCL (pour le traitement parallèle). Un moteur de jeu s'accompagne parfois d'une interface graphique. C'est le cas pour Unity, RPG Maker et bien d'autres. Dans le tableau ci-dessus quelques exemples de moteur de jeux les plus connus :

Jeux 3D

Moteur de jeu	Langage de programmation	Développeur	Autre(s)
Blender Game Engine	Python	Blender foundation	Libre
CryEngine	C++	Crytek	Gratuit- open source
GodotEngine	GScript	Libre	
HeroEngine	HeroScript	IdeaFabrik	\$99,95/an
jMonkeyEngine	Java	L'équipe jMonkeyEngine	Libre
Lumberyard	Lua ou C++	Amazon	Gratuit (cf Autre(s)), open-source

Tableau 4. Exemples de moteurs de jeux 3D

Jeux 2D

Moteur de jeu	Langage de programmation	Développeur	Autre(s)
Cocos2D	Python ou Objective-C, Xcode ou C++, Javascript, Lua ou C#	Cocos2D	Gratuit
Construct 2	JavaScript	Scirra	Entre £79 et £259
Game Maker	GML	YoyoGames	De gratuit à \$799,99
FIFE	Python	Gratuit	
RPGMaker XP	Ruby	enterbrain	\$59,99 ou version d'essai
Unity 3D	C#, Javascript, Boo	Unity Technologies	Gratuit
Xenko	C#	Silicon Studio	Gratuit

Tableau 5. Exemple de moteurs de jeux 2D

2. LibGDX

Libgdx est un puissant Framework de jeu multiplateforme open source basé sur Java. Les développeurs peuvent cibler Windows, Mac, Linux, Android, iOS et HTML5 avec une seule base de code, ce qui leur évitent d'avoir à gérer des détails de bas niveau et spécifiques à leur plateforme.

Grâce à une API simple et claire, Libgdx offre un vaste ensemble de fonctionnalités, qui sont les suivantes : Accès OpenGL de bas niveau, Graphiques 2D, Graphiques 3D, L'audio Contribution, Math et physique, Fichier, Utilités, et les outils de base de création de projet.(Christophe V, 2015)

Libgdx prend actuellement en charge 4 back ends :

- **LWJGL** : Fonctionne sur Windows, Linux et Mac OS X,
- **JOGL** : Il vise également Windows, Linux et Mac OS X.
- **Android** : Permet le développement sous Android
- **HTML5** : On ne va pas s'intéressé au développement sous cette plateforme.

Actuellement LWJGL est le plus préféré, car il est plus stable, surtout quand il s'agit de développer une application en plein écran et c'est notre choix pour le développement de jeux.

Libgdx est composé de 5 modules :

- **Application** : Pour exécuter l'application et s'informer sur les événements produits au niveau des applications, telles que le redimensionnement de la fenêtre. C'est aussi le module qui permet d'effectuer des fonctions de journalisation (le Logging).
- **File** : c'est le module qui permet de lire, écrire, même copier, déplacer et supprimer des fichiers.
- **Input** : C'est le module qui nous permet de détecter les entrées de l'utilisateur tels que les événements souris (sous desktop)/tactile (sous Android) et même l'accéléromètre.
- **Audio** : C'est le module qui permet de lire des effets sonores et de la musique en streaming et qui permet un accès direct au périphérique audio du diapositif.
- **Graphiques** : Comporte tout ce qui concerne la manipulation et le réglage du mode vidéo et graphisme.

3. Mise en œuvre d'une application LibGDX

3.1 Etape01 : Installation de LibGDX

On va commencer par l'installation de l'outil de développement LibGDX. Après le téléchargement du lien d'installation et l'exécuter on aura comme résultat la fenêtre de création de projet comme celle-ci :



Figure 12: fenêtre de création de nouveau projet

La signification de chaque case de la fenêtre :

- **Name** : Nom de projet
- **Package** : Package Java pour l'application
- **Game class** : Le nom de la classe de jeu principale
- **Destination** : Destination pour la génération de projet
- **Android SDK** : Chemin vers SDK Android (si l'application possède un module Android)
- **SubProjects** : Sélectionner les sous-projets qu'on souhaite générer. Ce sont les plateformes ciblées.

Extensions

Sélectionner les extensions qu'on souhaite inclure dans notre projet :

- **FreeType**: Idéal pour manipuler la taille de la police de manière dynamique. Cependant, sachez que cela ne fonctionne pas avec la cible HTML si vous compilez pour cette cible.
- **Tools**: éditeur de particules (2d / 3d), polices de compression bitmap et textureurs d'images.

- **Box2d:** Box2D est une bibliothèque de physique 2D.
- **Box2dlights:framework** d'éclairage 2D qui utilise box2d pour le raycasting et OpenGL ES 2.0 pour le rendu.

Après la configuration des cases on passe à la génération de projet pour choisir un IDE. Dans notre projet on a choisi Eclipse comme environnement de développement.

3.2 Etape02 : Lancer Eclipse et importer LibGdx via Gradle

La seconde étape consiste à installer et lancer Eclipse IDE. C'est un environnement de développement intégré libre (le terme Eclipse désigne également le projet correspondant, lancé par IBM) extensible, universel et polyvalent, permettant potentiellement de créer de projets de développement écrit en java (à l'aide de la bibliothèque graphique SWT, d'IBM) et ce langage, grâce à des bibliothèques spécifique, est également utiliser pour écrire des extensions.

Une fois Eclipse est lancer, nous installons Gradle. Gradle est un système de gestion, de dépendance et de construction, il est simple d'intégrer des bibliothèques tierces dans le projet, sans avoir à stocker les bibliothèques dans l'arborescence source. Au lieu de cela, le système de gestion des dépendances s'appuie sur un fichier de l'arborescence source qui spécifie les noms et les versions des bibliothèques à inclure dans l'application. Ajouter, supprimer et modifier la version d'une bibliothèque tierce est aussi simple que de modifier quelques lignes dans ce fichier de configuration. Gradle aussi est un moyen qui nous aide à importer nos projets LibGDX dans eclipse.

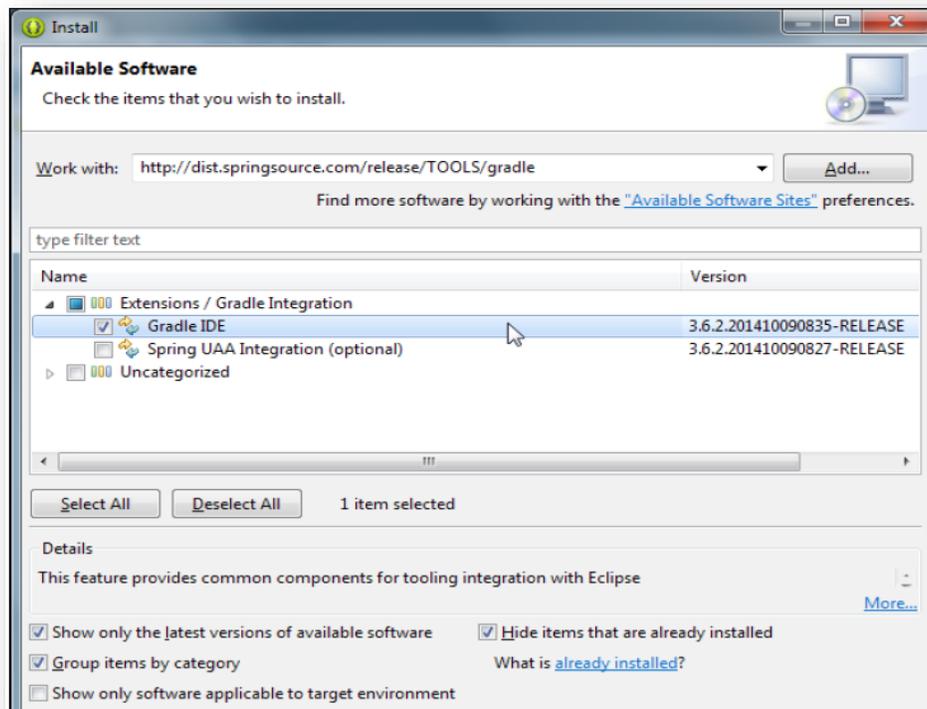


Figure 13.Installation de l'outil Gradle sur Eclipse

Notez que notre projet est nommé core, android, desktop, html et ios. En outre, notez le fichier build.gradle. Ce fichier est important car il s'agit du fichier qu'on peut modifier pour pouvoir ajouter davantage de dépendances (telles que la plate-forme matérielle) ou de nouvelles extensions (telles que Box2D ou Bullet).

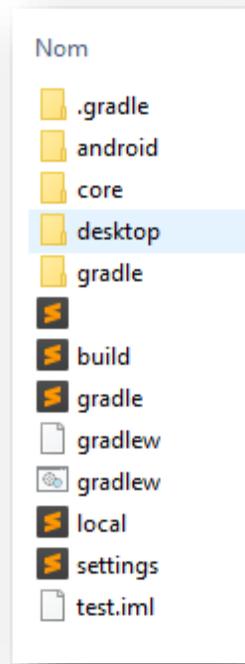


Figure 14. Dossier de jeu créé avec LibGDX

3.3 Etape 03 : La classe de départ

Le seul code spécifique à la plate-forme qui doit être écrit est ce qu'on appelle les classes de démarrage. Pour chaque plate-forme ciblée, un morceau de codeinstanciera une implémentation concrète de l'interface d'application fournie par le back-end de la plate-forme. Pour le bureau, cela pourrait ressembler à ceci, en utilisant le back-end de Lwjgl :

```

1 package com.mygdx.game.desktop;
2
3+ import com.badlogic.gdx.backends.lwjgl.LwjglApplication;
6
7 public class DesktopLauncher {
8-   public static void main (String[] arg) {
9       LwjglApplicationConfiguration config = new LwjglApplicationConfiguration();
10
11       config.width=MyGdxGame.WIDTH;
12       config.height=MyGdxGame.HEIGHT;
13       //config.resizable=false;
14       config.fullscreen=true;
15       String username= "user";
16       String strategie="TEST";
17       /* final MyGdxGame game = null; */
18
19
20       new LwjglApplication(new MyGdxGame(null,strategie, username), config);
21   }
22 }

```

Figure 15. Classe de démarrage

Cette classe fait appel à la classe **MyGdxGame** qui contient le code source de notre jeu/app

4. Structure d'un jeu sous LibGdx

Un jeu sous LibGdx peut être divisé en deux parties :

- Les ressources du jeu
- La logique de jeu.

4.1 Ressource de jeu

Les ressources de jeu incluent tout ce qui va être utilisé comme une sorte de matériel de travail dans le jeu, tel que des images, des effets sonores, une musique de fond et des données de niveau.

4.2 La logique de jeu

La logique de jeu est chargée de garder trace de l'état actuel du jeu et de n'autoriser qu'un ensemble défini de transitions d'état. Ces états changeront beaucoup au fil du temps en raison des événements déclenchés par le joueur ou par la logique du jeu lui-même.

Par exemple, lorsqu'un joueur appuie sur un bouton, ramasse un objet ou qu'un ennemi frappe le joueur, la logique du jeu décidera de l'action à prendre. Tout cela est mieux connu comme gameplay. Cela limite les modes d'action permettant à un joueur d'interagir avec le monde du jeu, ainsi que sa réaction aux actions du joueur. Pour vous en donner une meilleure idée, jetez un coup d'œil au diagramme ci-après (Figure16).

Lorsque tout est opérationnel, la logique de jeu est prête à être utilisée et restera en boucle jusqu'à la fin du jeu, puis sera terminée.

Ce type de boucle est également appelé boucle de jeu. Dans la boucle de jeu, la logique de jeu accumule toutes les (nouvelles) données qui l'intéressent et met à jour le modèle du monde de jeu en conséquence.

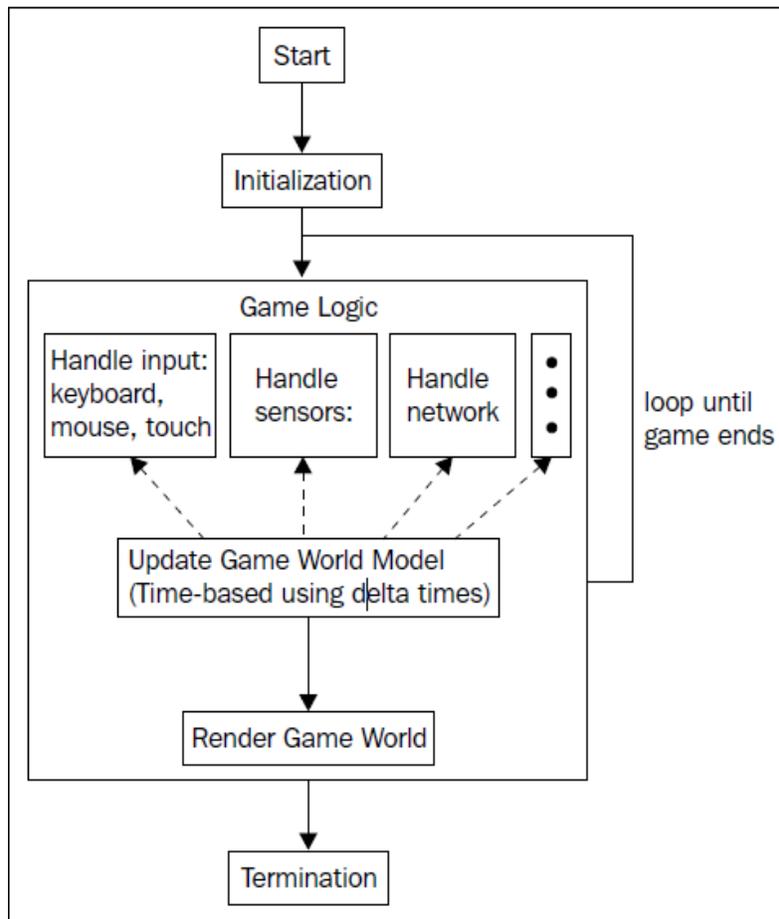


Figure 16. Boucle de jeu

5. Cycle de vie de l'application

Un jeu est un programme qui tourne à l'infini et qui possèdent bien souvent, une boucle principale. La boucle du jeu. C'est la boucle au cœur du programme, dans laquelle nous faisons un certain nombre d'actions élémentaires pour que le jeu fonctionne.

Une application LibGDX a un cycle de vie bien défini, régissant les états d'une application, comme la création, la mise en pause et la reprise, le rendu et la suppression de l'application voici un exemple :

```

package com.mygdx.game.AngryFrog;

import com.badlogic.gdx.Game;

public class AngryFrog extends Game {

    public SpriteBatch batch;
    public BitmapFont font;

    @Override
    public void create() {
        batch = new SpriteBatch();
        font = new BitmapFont();
        font.getData().setScale(5f);
        //this.setScreen(new AngryFrogMenuScreen(this));
    }

    @Override
    public void render() {
        super.render();
    }

    @Override
    public void dispose() {
        batch.dispose();
        font.dispose();
    }
}

```

Figure 17.Exemple de cycle de vie "jeux AngryFrog"

Jetons un coup d'œil sur le dossier le plus important «mygdx-game »et ouvrons la classe MyGdxGame.java. Une application Listener met en place les méthodes suivantes :

- **Create ()** : Cette méthode est appelée une fois l'application est créée.
- **Resize (int,int)** : Cette méthode est appelée à chaque fois que l'écran du jeu (qui n'est pas en état de pause) est redimensionné. Elle est aussi toujours appelée juste après la création de la méthode create(). Les paramètres sont la nouvelle largeur (en pixels) et la nouvelle hauteur (en pixels) de l'écran redimensionnée.
- **Render()** : Méthode appelée en boucle. Elle est appelée à chaque fois qu'un rendu doit être effectué. La totalité de la logique du jeu est construite dans cette méthode, elle est considérée comme étant le corps de la boucle principale.
- **Pause()** : Sur Android, cette méthode est appelée lorsque le bouton home est pressé ou un appel entrant est reçu.
- **Pause()** : est un bon endroit pour enregistrer l'application. Sur le desktop, cette méthode est appelée juste avant la méthode dispose(), donc juste avant de quitter l'état de jeu.
- **Dispose()** : Cette méthode est appelée lorsque l'application est détruite. Elle est précédée par un appel de méthode pause().

Le schéma suivant illustre le cycle de vie d'une application implémentée en LibGDX :

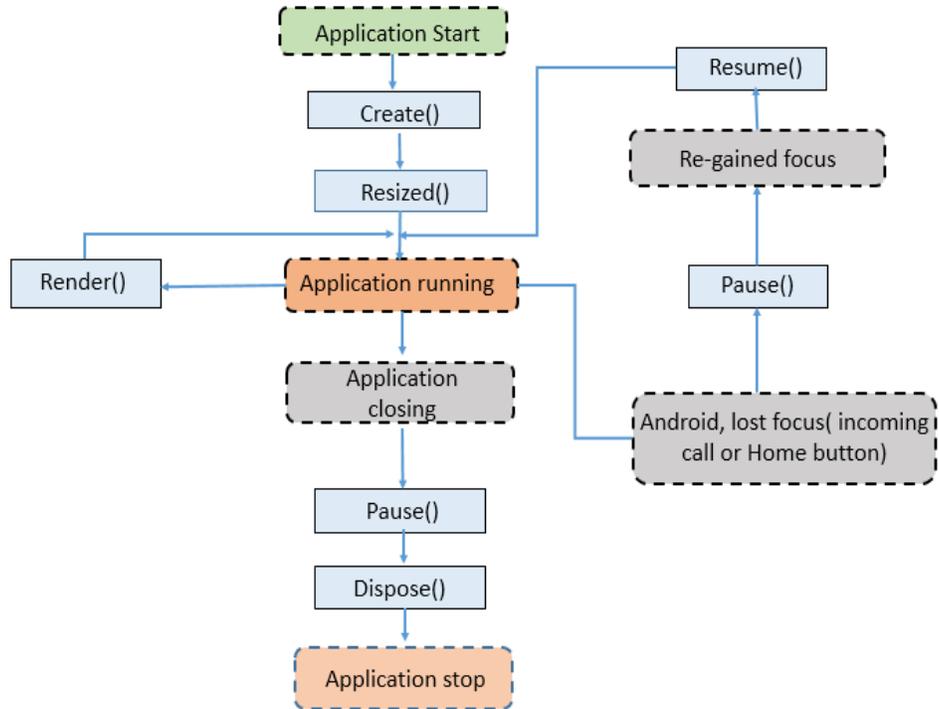


Figure 18. Cycle de vie d'une application implémenté en LibGDX

6. Implémentation du jeu de concentration

Nous décrivons dans cette section les principales interfaces et fonctionnalités du jeu de concentration développé.

6.1 Le menu principal

Figure 19. montre le menu principal du jeu. Le joueur doit passer le test au moins une seule fois puis il pourra jouer au jeu. Le bouton « Settings » est destiné à l'expert pour personnaliser à la main les différents paramètres du jeu et son modèle de concentration.

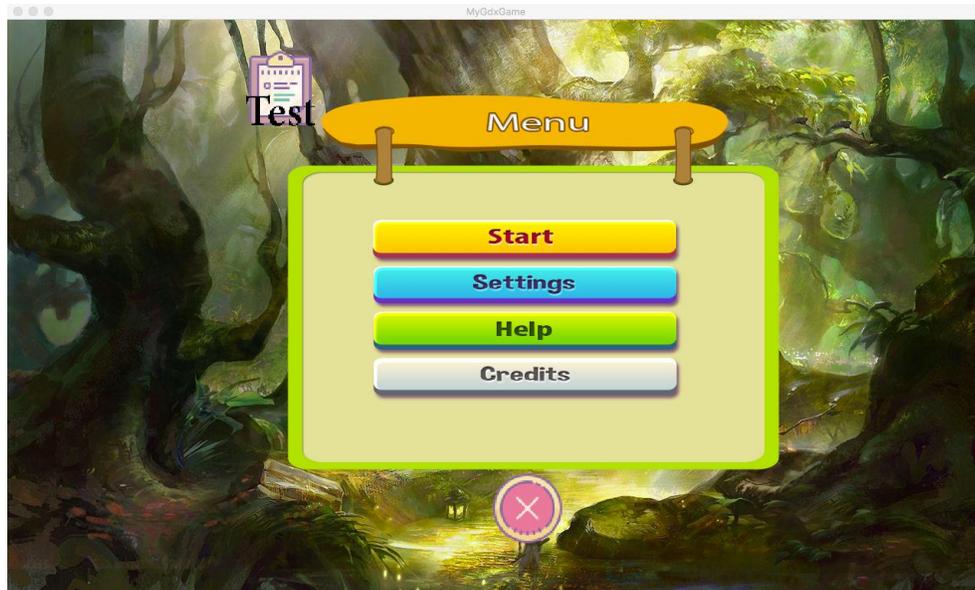


Figure 19. Menu principale de jeu

6.2 Les tests d'attention

Pour tester la concentration du joueur, nous avons utilisé une version informatisée et simplifiée du test WISCIII. La spécification des différents exercices est expliquée dans le chapitre précédent.

Sky search 1 : L'objectif est d'attraper les paires de cibles qui se ressemblent le plus rapidement possible.

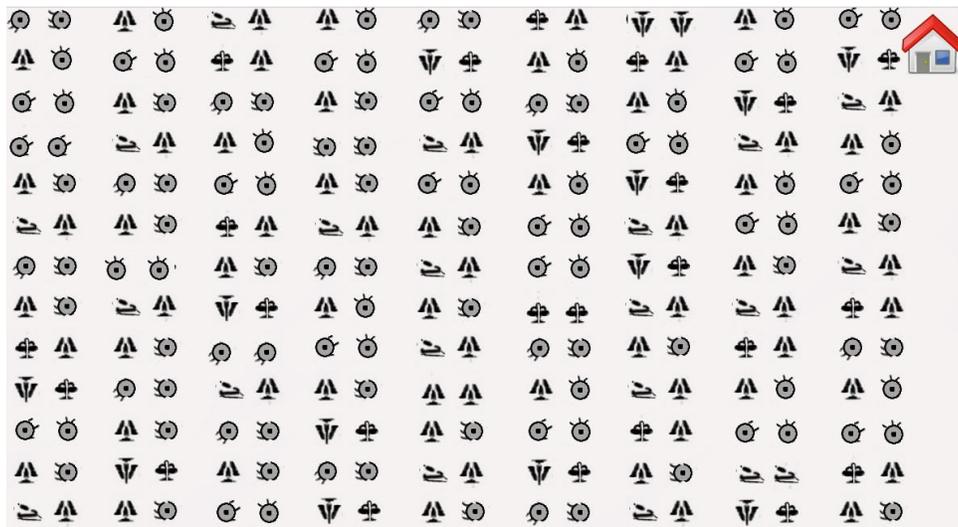


Figure 20. Exercice Sky Search 1

Sky search 1 : L'objectif est d'attraper les paires de cibles qui se ressemblent le plus rapidement possible. Cette fois ci la scène ne contient pas d'obstacles.

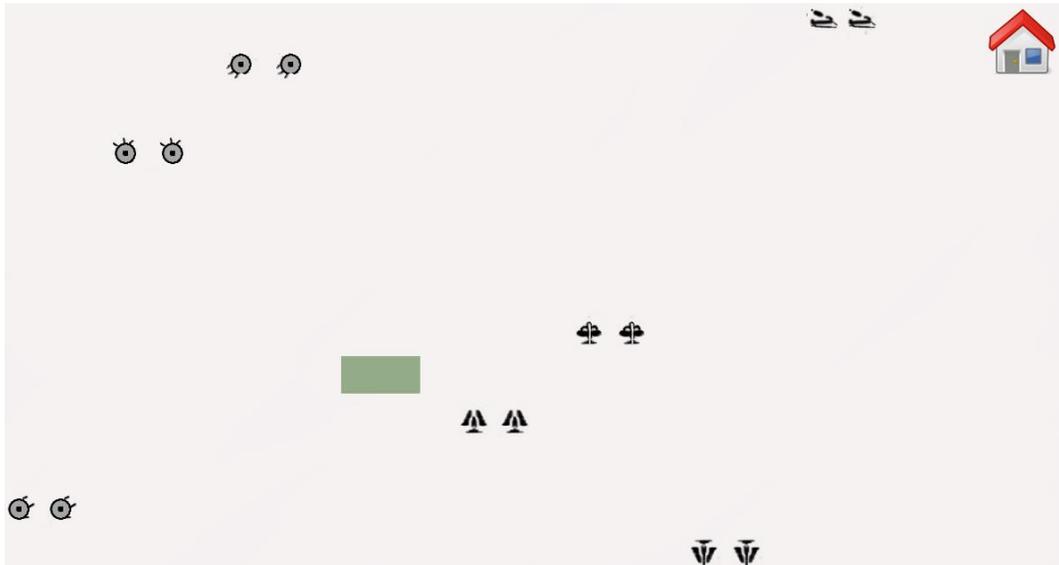


Figure 21. Exercice Sky Search 2

Map mission : L'objectif est d'attraper l'avatar montré le plus rapidement possible avant un certain timeout (10s).

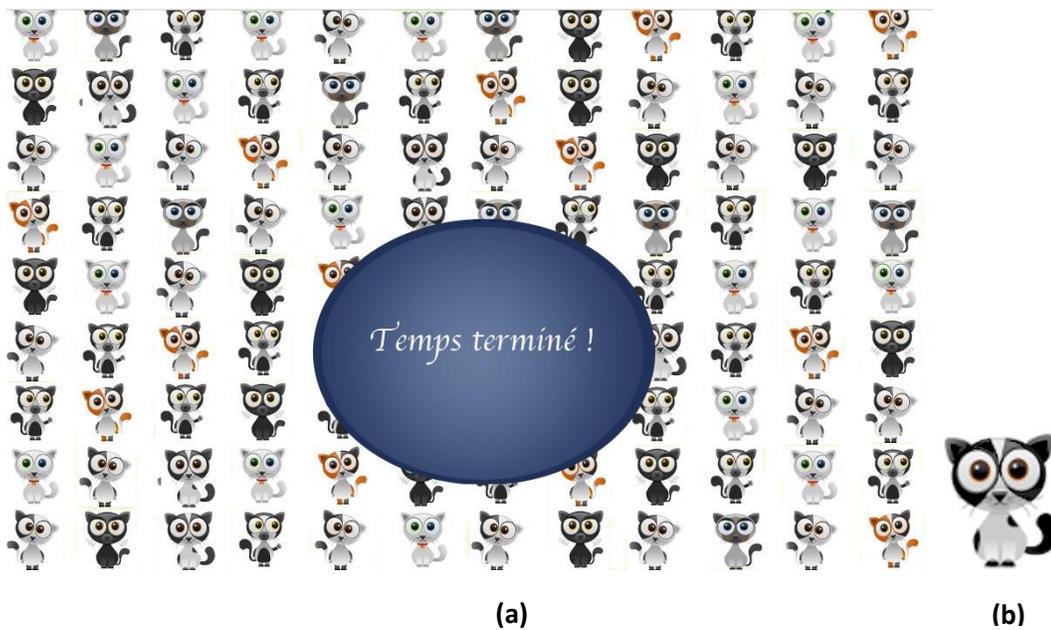


Figure 22. (a) Exercice Map Mission (b) La cible

6.2 Les mondes du jeu

Le jeu de concentration propose au joueur d'explorer trois mondes de jeu, chacun pour entrainer sa concentration avec des ambiances et actions de jeu différentes.

a. Le monde Espace

L'objectif est d'éliminer tous les astéroïdes qui représentent les ennemis. Le joueur doit être concentré sur ces cibles en négligeant les différents obstacles visuels. Ce monde ajoute la variation sonore qui constitue également un obstacle en plus en stressant le joueur. Ce monde permet d'entrainer l'attention sélective en distinguant les cibles des ennemies et en limitant le temps de réaction contrôlant le tir.

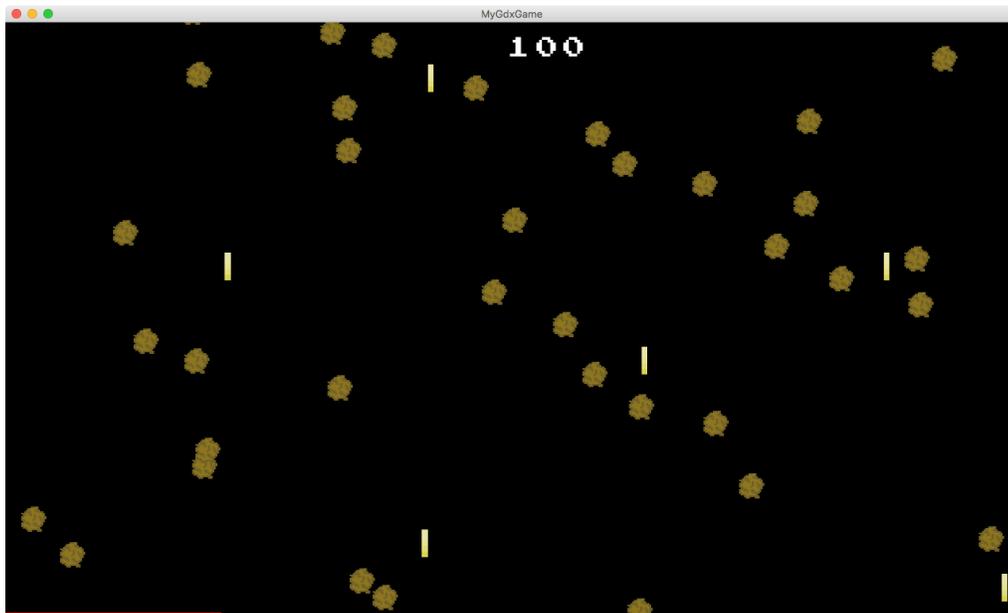


Figure 23. Le monde Espace du jeu de concentration

b. Le monde Angry frog

Dans ce monde, le joueur utilise une grenouille qui suit son curseur afin éliminer toutes les insectes nuisibles qui représentent les ennemis tout en négligeant l'obstacle qui est un arbre. Le joueur doit également éviter les papillons et ne pas les éliminer au risque de perdre des points. L'objectif du jeu est d'entrainer l'attention sélective sans trop se focaliser sur la mémorisation.

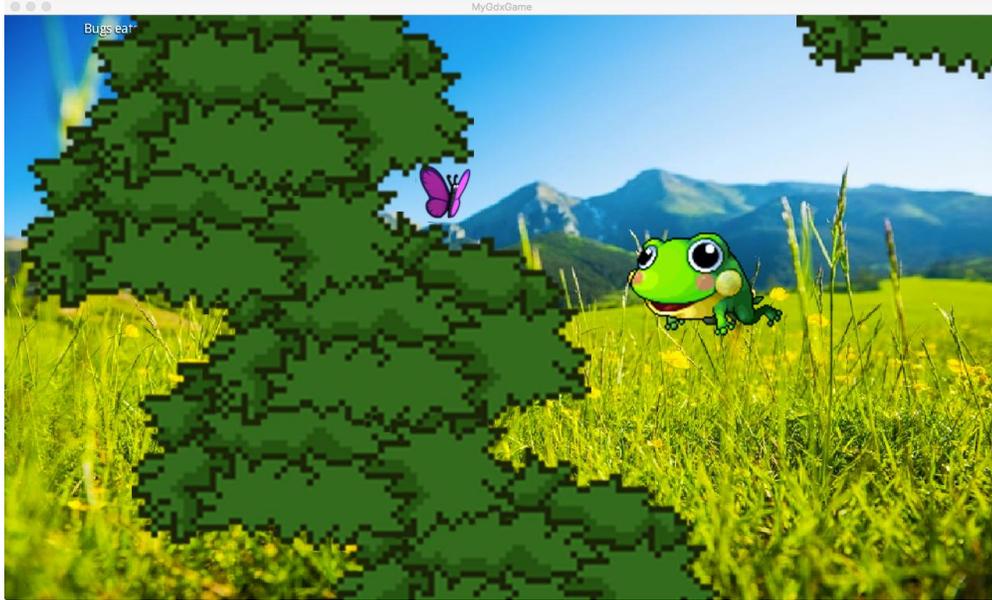


Figure 24. Le monde Angry Frog du jeu de concentration

c. Le monde Game Card

Il s'agit d'un jeu de carte où l'objectif est de sélectionner les paires de cartes semblables. Le joueur doit être en mesure de distinguer les différentes cartes qui peuvent varier légèrement en couleur et quelques détails. Le but de ce jeu est d'entraîner l'attention sélective accompagnée de mémorisation des cibles. Au niveau de l'attention, le joueur doit pouvoir distinguer les différentes cibles en jouant cette fois-ci sur les deux paramètres : la couleur et le détail visuel de la cible.

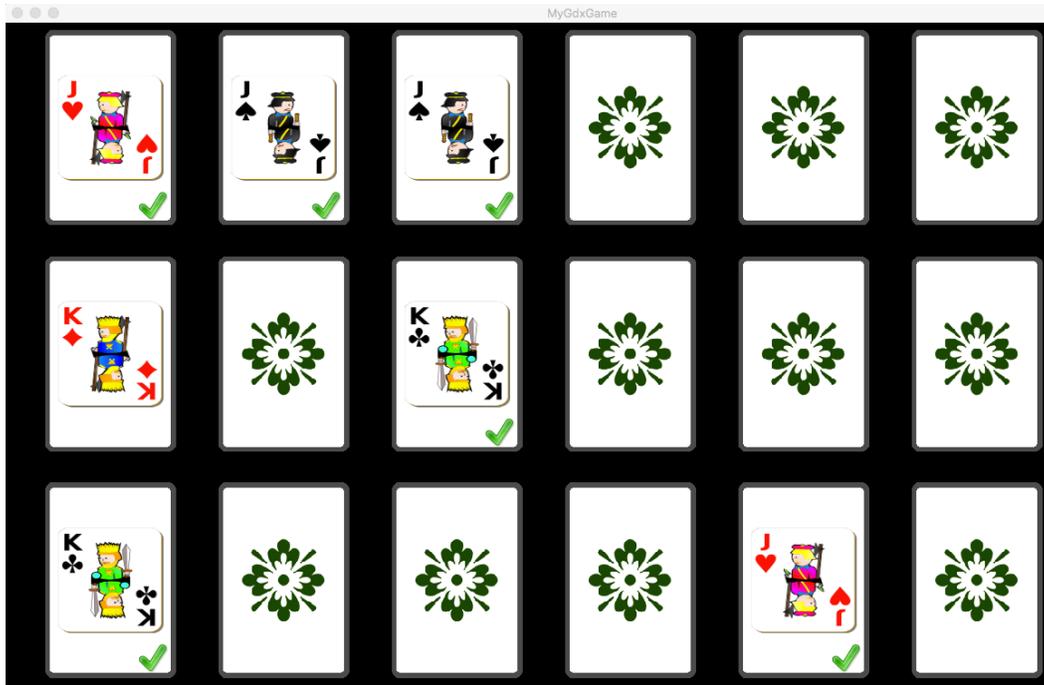


Figure 25. Le monde Card du jeu de concentration

Pour conclure, après la description de notre jeu dans un document de game design on est arrivés à la mise en œuvre l'idée de jeu. Commenant par l'installation de moteur de jeu LibGDX et ces différents outils et extensions et finiront par l'implémentation et la création des différents écrans de test et les mondes des jeux de concentration. Dans le chapitre suivant, on va expliquer les détails de l'implémentation de la partie personnalisation de notre jeu de concentration.

CHAPITRE V : PERSONNALISATION DU JEU DE SERIEUX

Les jeux sérieux sont efficaces quand ils réussissent à améliorer les compétences d'un utilisateur et/ou de modifier son comportement à travers la personnalisation du jeu à ses besoins (Busch et al, 2015). La personnalisation permet également de maintenir la motivation d'un utilisateur en captant son intérêt et en lui proposant une expérience de jeu immersive (Gobel et al, 2010) (Konert et al, 2014). Nous décrivons dans ce chapitre la technique de personnalisation proposée pour le jeu de concentration développé.

1. Processus de personnalisation du jeu de concentration

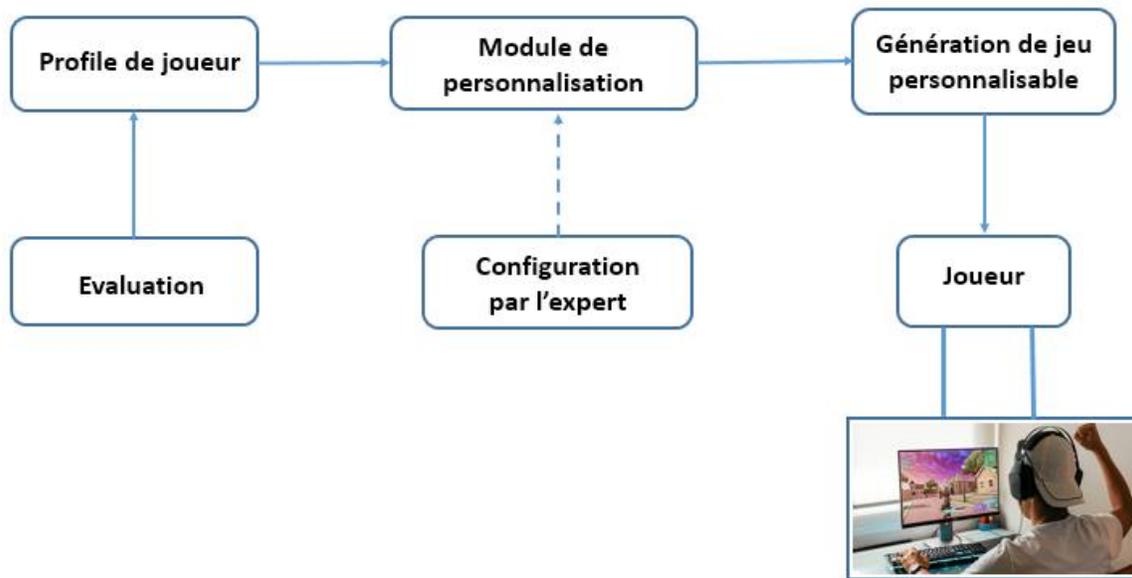


Figure 26. Processus de personnalisation

Afin de personnaliser le jeu, le processus suivant était appliqué (voir Figure 26.) :

1. Le joueur doit passer des exercices d'évaluation de sa concentration avant de jouer. Cette évaluation permettra au système de représenter le joueur, sous forme d'un profil de joueur. Ce profil contient les informations sur le joueur en termes de compétences cognitives, et en particulier sa concentration.
2. Le tuteur ou n'importe quel expert peut « optionnellement » configurer le système avant le lancement du jeu. L'intervention de l'expert n'est pas essentielle pour le déroulement du jeu. Mais ce dernier, peut intervenir pour modifier quelques paramètres de jeu ainsi que le modèle de concentration établi.
3. Une fois le profil du joueur est élaboré, le jeu sera « dynamiquement personnalisé » à travers un module de personnalisation. Ce dernier se base

essentiellement sur le profil du joueur afin de prendre des décisions sur le niveau de difficulté à proposer dans l'ensemble des mondes qui composent notre jeu de concentration.

4. Une fois les paramètres sont établis, les différents mondes de jeu seront générés suivant ces paramètres afin de proposer une expérience de jeu personnalisable.

Nous décrivons dans ce qui suit les principaux éléments de ce processus.

2. Construction du profil joueur

La construction du profil joueur c'est la base de la personnalisation, car l'expert de configuration a besoin d'une base d'information. Quand le joueur passe le test, le temps de jouer et le temps de ses réactions sont enregistrés dans cette dernière. Cette partie est faite réalisée à travers des fichiers et des scripts pour la sauvegarde de profil joueur qui sera utilisé dans la partie qui suit le test d'évaluation.

Afin d'évaluer la concentration, nous nous sommes basé sur des tests cliniquement validés. Nous nous sommes limité à l'évaluation de la concentration sélective à travers le test de TEA-Ch (Test of Everyday Attention for Children), un test adapté aux enfants (kimberly a.Kerns.al, 1999).

Les métriques les plus importantes issues de l'évaluation de la concentration sont les suivantes:

Test SkySearch2 :

- **I0** : Temps moyen sur l'action en secondes (sans obstacles)

Test skySearch1 :

- **Nb_cibles_test_2**: nombre total de cibles proposées dans ce test
- **Temps_total**: Temps total de test qui se calcule via la différence entre le début de test et la fin de test
- **I1** : Nombres de cibles semblables atteintes par le joueur avec la présence d'obstacles
- **I2** : Temps moyen sur l'action en secondes avec la présence d'obstacles. Ce temps se calcule comme suit : **$I2 = \text{temps_total} / I1$**
- **I3** : la différence entre le temps moyen sur l'action sans obstacles et avec obstacles : **$I3 = I2 - I0$**

Test MapMission :

- **Nb_cibles_test_3**: nombre total de cibles proposées dans ce test
- **Temps_total**: Temps total de test qui se calcule via la différence entre le début de test et la fin de test
- **I4** : nombre de cibles atteintes par le joueur avec la présence d'un timeout et des obstacles
- **I5** : temps moyen de l'action avec la présence d'un timeout et des obstacles **$I5 = \text{temps_total} / I1$**

Modèle de concentration utilisé :

Dans la littérature, on ne trouve pas un modèle exacte de concentration à partir de données informatiques puisque la concentration est un concept assez complexe et peut varier selon plusieurs facteurs liés à l'individu et son environnement. C'est à travers la science expérimentale qu'un tel modèle peut être construit. Cela nécessite une large base de données afin d'établir un modèle approximatif d'attention. L'objectif de notre projet n'est pas d'établir ce modèle mais de construire l'outil permettant l'évaluation et la collecte de données. C'est à l'expert dans ce cas de tester ces modèles de concentration à travers cet outil. Il représente dans ce cas un système d'aide à la décision.

Nous avons utilisé le test de TEA-Ch qui se compose de plusieurs évaluations de différents types d'attention afin de calculer un score global de concentration en corrélation avec le test clinique de WISCIII. A la base ce test se fait oralement et avec une feuille et un stylo pour tout ce qui est exercice. Notre jeu était basé uniquement sur l'évaluation de l'attention sélective, et pour cela même le score utilisé dans le test de TEA-Ch ne peut pas être appliqué en raison d'absence de d'autres paramètres.

Pour toutes ces raisons, nous avons considéré une formule par défaut simple d'évaluation de pourcentage de réussite qui se base uniquement sur le nombre de cibles atteintes dans chaque test afin de représenter la concentration. La formule utilisée est la suivante :

$$\text{Taux_de_réussite} = (I1 / \bullet \text{Nb_cibles_test_2} + I4 / \text{Nb_cibles_test_2}) / 2$$

Tel que **nombre_total_cibles** représentent le nombre de cibles proposées dans les tests d'évaluation SkySearch1 et MapMission respectivement. Cette formule peut être ré-établit par l'expert avant le lancement du jeu afin de contrôler les décisions de personnalisation.

3. Module de personnalisation

La personnalisation se fait à travers l'équilibrage dynamique de la difficulté. Le niveau de difficulté déterminé par les paramètres de chaque mini jeu (timeout, nombre de cibles, nombre d'obstacles, son, etc.) sera proposé au joueur d'une manière dynamique. Cela veut dire que le joueur n'a pas la possibilité de choisir lui-même son niveau de difficulté, c'est le système qui effectue cette tâche.

La difficulté est calculée en prenant en compte le résultat des tests de concentration du joueur. Ce résultat de concentration (Taux_de_réussite) est calculé à travers les trois tests d'évaluation que le joueur devra passer obligatoirement avant de jouer.

3.1 Exprimer la difficulté d'un jeu

L'intelligence artificielle (IA) et les sciences de la décision ont émergé des recherches sur les méthodes systématiques de résolution de problèmes et de décision. Ces disciplines ont été stimulées par les nouvelles possibilités de raisonnement automatisé offertes par le développement

de l'ordinateur. Bien que les domaines aient des racines communes, l'IA s'est rapidement distingué des autres par son souci de la résolution autonome de problèmes, son insistance sur les informations symboliques plutôt que numériques, son utilisation de représentations déclaratives et son intérêt pour les analogies entre les programmes informatiques et la pensée humaine. (Eric J et al, 2015)

L'approche d'IA la plus simple à utiliser dans le cadre de personnalisation de difficulté afin de faire correspondre les différents paramètres de mini-jeux avec les résultats de tests de concentration se fera à travers un système à base de règles (rule-based system).

Une règle selon CYRIL-Alexandre Pacho est composée de faits liés avec des opérateurs logiques. Les règles représentent les connaissances opératoires qui permettent la déduction pour un système Expert. Ce sont des règles déductive appelées règles de production.

Les règles de production sont des connaissances fournies au système Expert par l'Expert humain. Elles proviennent de son savoir théorique et de son expérience pratique. Les règles sont indépendantes les unes des autres (mais un ensemble de règles forme une séquence). Les règles ne sont pas ordonnées. Il est évident que plus l'humain qui instruit le système expert est un spécialiste de haut niveau, plus le système sera performant. Ce sont donc des spécialistes renommés qui sont sollicités pour cette tâche de création de base. L'ensemble des règles doit être cohérent donc ne pas provoquer des cycles. Le nombre de règles peut influencer le système Expert. Ayant beaucoup de règles peut augmenter la puissance et la finesse des conclusions. Il peut également faciliter la justification des conclusions tirées. Mais, le risque de redondance de règles contradictoires restent possibles.

Dans le cadre de module de personnalisation, nous avons limité les règles suivant les paramètres qui influencent la difficulté dans les trois mondes de jeu en correspondance avec le taux de réussite du joueur.

Afin de faciliter l'expression de règles et limiter leur nombres, nous avons préétablit les seuils de paramètres de jeu qui correspondent à chaque niveau de difficulté dans un monde de jeu particulier. Voici un tableau qui donne un exemple de seuils préconfiguré pour les trois mondes de jeu développés :

Le monde Espace :

Dans ce monde, le paramètre qui influence le plus la difficulté pour la tâche de concentration est la vitesse des astéroïdes. Les seuils de ce paramètre sont résumés dans le tableau 6.

Difficulté	Paramètre	Description
	Vitesse des astéroïdes (seuils)	
Très difficile	500	Un espace très rapide, tire et astéroïdes très rapide
Difficile	400	Un espace rapide, tire et astéroïdes rapide
Moyen	300	Un espace moins rapide, tire et astéroïdes rapidité

		moyenne
Facile	200	un espace pas rapide, tire et astroïdes pas rapide

Tableau 6. Seuils de paramètres de difficulté pour le monde Espace

Le monde Agry Frog:

Il existe deux paramètres qui influencent le plus la difficulté pour la tâche de concentration dans ce monde. Il s'agit de la vitesse des cibles à attraper ainsi que la présence de l'obstacle (l'arbre) qui est géré par sa vitesse. Les seuils de ces paramètres sont résumés dans le tableau 7.

Difficulté	Paramètres			Description
	Vitesse des cibles (seuil)	Vitesse de l'arbre	timeout	
Très difficile			10s	vitesse des cibles et l'arbre très rapide avec un timeout = 10s.
Difficile			15s	vitesse des cibles et l'arbre rapide avec un timeout = 15s.
Moyen			20s	vitesse des cibles et l'arbre moyen avec timeout = 20s.
Facile			25s	vitesse des cibles et l'arbre lent avec timeout = 25s.

Tableau 7. Seuils de paramètres de difficulté pour le monde Anry Frog

Le monde Card game :

Dans ce monde, le paramètre qui influence le plus la difficulté pour la tâche de concentration est le nombre de cartes. Les seuils de ce paramètre sont résumés dans le tableau 8.

Difficulté	Paramètre	Description
	Nombre de cartes (seuils)	
Difficile	32 ou 36 ou 40	Différentes configurations possibles de cartes en mode difficile
Moyen	20 ou 24 ou 28	Différentes configurations possibles de cartes en mode moyen
Facile	6 ou 12 ou 16	Différentes configurations possibles de cartes en mode facile

Tableau 8. Seuils de paramètres de difficulté pour le monde Card game

3.2 Correspondance entre la difficulté et le niveau de concentration

L'expert peut déterminer comment le lien doit être fait entre un niveau de difficulté d'un monde de jeu et les performances du joueur en termes de niveau de concentration. Par défaut, nous avons établi des seuils de concentration pour les associer aux différents niveaux de

difficulté des jeux. Cette correspondance exprime, d'une manière simple, les différentes règles à travers lesquelles la décision sur la personnalisation s'effectue dans le système.

Voici un exemple de code source exprimant la décision sur la difficulté:

```
public String getDifficulty(){  
    // Obtenir le taux de réussite à partir des tests d'évaluation de concentration  
    float level=getAttentionLevel() ;  
    if(level==100)  
        return « tres difficile » ;  
    else if (level>=70)  
        return « difficile » ;  
    else if (level>=45)  
        return « moyen »  
    else  
        return « facile » ;  
}
```

Les seuils sont calculés suite à un pre-test avec 6 utilisateurs (enfants) avant le développement du jeu. Ces seuils peuvent être modifiés par l'expert dans la partie configuration.

4. Configuration de l'expert

Un expert humain possède dans son domaine de compétence des connaissances théoriques et pratiques non nécessairement structurées, qui lui permettent de prendre une décision pertinente en fonction d'un problème posé. Pour aboutir dans cette démarche l'expert humain enchaîne, combine et révisé des raisonnements appropriés à la classe de situation traitée. Le programme du système Expert doit donc imiter un raisonnement humain en utilisant principalement des déductions logiques à base de règles.

L'expert n'est pas forcément un informaticien ou toute personne connaissant le développement de jeux vidéo. Il doit utiliser le jeu comme tout outil afin d'entraîner des individus. Afin de faciliter son intervention, nous avons établi une section configuration dans le menu de jeu. Dans cette section, l'expert peut modifier chaque paramètre et seuil préétabli dans le jeu. Il peut donc tester les différents modèles de concentrations en utilisant les indicateurs issus des tests de concentration.

Ce système peut aider l'expert dans sa prise de décision sur la personnalisation des actions de concentration en se basant sur les performances du joueur. Une fois une base de connaissances

sera élaborée via une collecte de données de différents utilisateurs, l'expert peut également proposer différents modèles de concentration en correspondance avec le profil de joueur trouvé.

En fin, nous avons décrit dans ce chapitre la partie personnalisation de notre jeu sérieux d'évaluation et d'entraînement de la concentration. Nous présenterons dans le chapitre suivant l'étude expérimentale que nous avons conduite afin de tester l'utilisabilité du jeu personnalisé développé.

CHAPITRE VI : EXPERIENCE EXPERIMENTALE

Afin de tester l'utilisabilité de jeu, nous avons conduit une étude expérimentale avec des enfants. Nous présenterons dans ce qui suit le protocole expérimental ainsi que les résultats de l'expérimentation.

1. Protocole expérimental

1.1 Sujets

6 enfants âgés entre 08 ans et 11 ans ont participé à cette expérimentation. Les sujets ont tous suivi le même protocole expérimental et ont répondu sur le questionnaire proposé. Le tableau suivant résume les caractéristiques des participants :

Sujets	Age	Genre
Sujet 1	8	Masculin
Sujet 2	8	Féminin
Sujet 3	10	Féminin
Sujet 4	11	Féminin
Sujet 5	10	Féminin
Sujet 6	10	Féminin

Tableau 9. Caractéristiques des sujets

1.2 Méthode

Voici le protocole suivi pour l'évaluation de chaque sujet :

- Au début, il faut expliquer au joueur qu'il s'agit d'un système d'évaluation de concentration, sous forme de jeu. On essaie de faire devant lui les différents tests d'évaluation pour s'assurer qu'il a bien compris les différents objectifs. Le joueur doit faire quelques actions pour s'assurer qu'il maîtrise l'interface (souris et clavier).
- L'expérience peut donc commencer. On demande au joueur de faire les trois exercices d'évaluation de la concentration (Sky serach2, Sky serach 1 puis Map Mission)
- Ensuite le joueur commence à explorer le jeu de concentration et sélectionne à chaque fois un monde de jeu. Pour chaque monde, le joueur est sensé finir le jeu, mais il peut décider de s'arrêter. Le joueur n'a pas le droit de modifier les paramètres de configuration (on s'assure que les paramètres soient les mêmes pour tous les joueurs durant l'expérimentation)

- En fin, le joueur il répond au questionnaire : il doit obligatoirement utiliser l'échelle donnée pour répondre. Vu que le questionnaire était destiné aux enfants, nous avons dû lire les questions et les expliquer en dialecte arabe.



Figure 27. Des participants jouant aux exercices de concentration et au jeu sérieux

1.3 Questionnaire

L'objectif de l'expérimentation est d'évaluer l'utilisabilité du jeu. Dans le domaine d'interaction homme machine, chaque outil ou système développé doit d'abord être testé s'il est utilisable. Dans la définition trouvée dans la littérature, l'utilisabilité dépend de trois paramètres : la satisfaction de l'utilisation ainsi que l'efficacité et l'efficience du système. Dans le cadre de notre projet, il s'agit de tester l'utilisabilité du jeu sérieux, appelé dans ce cas également jouabilité. Nous avons utilisé pour cela le questionnaire nommé (GEQ, Game Experience Questionnaire). C'est un questionnaire assez connu et utilisé par la communauté scientifique et industrielle. Cependant, uniquement une partie de ce questionnaire qui a été utilisée. Cela est en raison de la complexité de ce questionnaire qui contient beaucoup de questions (4 parties avec chacune à une trentaine de questions), l'âge de participants et leurs capacités de répondre. Nous avons sélectionné donc que la partie la plus importante de ce questionnaire nommé Core qui évalue les composantes suivantes (voir Annexe 1):

- **Compétence** : il s'agit de la capacité du joueur à comprendre le jeu et réaliser ses différentes actions et objectifs

- **Difficulté** : le joueur détermine la difficulté rencontrée en répondant aux objectifs de jeu
- **Effet négatif** : détermine tout effet négatif du jeu sur la motivation du joueur comme l'ennui, la fatigue et la frustration
- **Effet positif** : évalue l'effet positif en termes de motivation et immersion

Chaque composante correspond à un ensemble de questions dans le questionnaire GEQ. Afin de calculer le résultat ou le score du GEQ, il suffit de calculer la moyenne des réponses données. En effet, le participant doit obligatoirement utiliser une échelle entre 0 et 4 afin de répondre aux questions (0: Pas du tout ; 1: un peu ; 2: passable ; 3: bien ; 4: très bien)

2. Résultats

Sujets	Compétence	Difficulté	Effet négatif	Effet positif
Sujet 1	2	2.6	1	3.8
Sujet 2	2.4	3	1.5	3
Sujet 3	2.4	3	1	3
Sujet 4	2.2	1.4	0.5	3.8
Sujet 5	2.8	1.6	0	4
Sujet 6	2.6	1.6	0.25	3
(Moyenne±SD)	(2.4 ±0.25)	(2.2 ±0.68)	(0.7 ±0.50)	(3.4 ±0.43)

Tableau 10. Résultat du questionnaire

Suite à cette expérimentation nous constatons que la difficulté était perçue comme plutôt correcte (entre 1.6 et 3). Cela veut dire que le jeu était bien personnalisé à leurs capacités en termes de concentration car ils n'ont pas trouvé le jeu trop facile ou trop difficile, qui était l'objectif attendu du module de personnalisation.

Au niveau de la compétence du joueur, elle reflète également la difficulté du jeu. Les joueurs ont déclaré qu'ils étaient plutôt habitués à jouer à tous les mondes du jeu.

Concernant les deux dernières composantes du questionnaire, on déduit que le jeu avait un impact plutôt positif sur l'ensemble des joueurs.

Nous avons également pris en compte les remarques des joueurs sur l'expérience. La plupart des joueurs ont trouvé le test de concentration compréhensible et constataient une certaine difficulté (challenge) dans le troisième test qui était Map Mission. Les joueurs ont réclamé l'absence de couleurs dans les tests, or, l'ajout de la couleur n'est pas possible car c'est un facteur qui peut erroné le résultat du test clinique. En effet, la présence de cibles colorées peut influencer le mécanisme de concentration en favorisant la distinction de cibles.

Les joueurs étaient motivés et voulaient même rejouer afin d'améliorer leur scores. Par exemple une participante a déclaré: « *J'étais très contente de voir les résultats et je voulais refaire le test et le jeu pour bien se concentrer* ».

La plupart des joueurs ont annoncé que le temps passé vite et ils n'ont pas pu le voir passé. Ceci est un effet du jeu vidéo qui s'appelle « l'immersion » qui veut dire que le joueur quand il est impliqué dans le jeu, il oublie la notion du temps.

CONCLUSION GENERALE

La remédiation cognitive s'inscrit dans un renouvellement fondamental de notre façon d'appréhender quelques problèmes scolaires liés à la concentration. En se basant sur cette idée, notre but est d'améliorer la concentration chez les enfants et les adolescents à travers la mise en œuvre d'un jeu sérieux personnalisé.

Nous avons présenté dans ce mémoire la démarche scientifique qui inclut les hypothèses de cette recherche, la problématique, l'analyse de l'état de l'art et la discussion qui nous a amené à proposer un modèle conceptuel de jeu sérieux pour la concentration. Nous avons également proposé une technique d'ajustement dynamique de difficulté pour ce jeu de concentration. Ce travail a été validé à travers une expérience expérimentale conduite avec des enfants en bonne santé.

Les résultats de l'expérimentation montrent que la difficulté était perçue comme plutôt adaptée aux joueurs. Cela veut dire que le jeu était bien personnalisé aux capacités attentionnelles des joueurs, qui était l'objectif attendu de la technique de personnalisation proposée. Les joueurs ont également rapporté que le jeu était motivant et immersif et ont suggérer quelques améliorations que nous avons pris en compte pour préparer une version final du jeu.

En prenant en compte le temps donné au projet, ce travail peut être compléter par quelques améliorations qui peuvent faire l'objectif d'un futur travail de recherche :

Nous avons pu tester uniquement avec six enfants qui sont en bonne santé, il sera donc intéressant de tester également le jeu avec des enfants souffrant d'un problème de concentration comme l'hyperactivité. Ceci nous permettra d'améliorer, peut être, la technique de personnalisation proposée. Il sera également intéressant d'inclure dans ce test des experts en hyperactivité afin de voir si la partie configuration du système correspond bien à leurs attentes.

Au niveau des fonctionnalités proposées par le jeu pour un expert, nous allons améliorer dans les futurs travaux les moyens de visualisation et d'analyse de données de concentration. Cela a pour but de faciliter la tâche à un expert d'analyser les données et tester des modèles de concentration.

La partie évaluation et entraînement de la concentration peut être également améliorée en rajoutant d'autres types d'attention visuelle et auditive et en variant les actions de concentration ainsi que les éléments ludiques.

En fin, ce projet nous a apporté une expérience considérable en terme d'initiation à la recherche scientifique en suivant toutes les étapes sans exception : de l'établissement de la problématique et les hypothèses vers l'analyse critique de l'état de l'art et jusqu'à l'étude expérimentale. Ce travail sera communiqué à une conférence internationale à travers un article scientifique. Le projet nous a permis également de se familiariser et acquérir des compétences en développement de jeux vidéos qui est une des compétences très demandées à l'échelle internationale car le jeu vidéo devient de plus en plus un objectif commercial adopté par les géants informatique comme Google et Ubisoft

BIBLIOGRAPHIE

- Abt. Serious games. UnivPr of Amer, 1987.
- Alchalcabi, AlaaEddin and Eddin, AmerNour and Shirmohammadi, Shervin. More attention, less deficit: Wearable EEG-based serious game for focus improvement, IEEE 5th International Conference on Serious Games and Applications for Health (SeGAH),2017
- Andrade, G. Ramalho, H. Santana, and V. Corruble. Extending reinforcement learning to provide dynamic game balancing. Reasoning, Representation, and Learning in Computer Games, page 7, 2005.
- Atkins SM, Sprenger AM, Colflesh GJ, Briner TL, Buchanan JB, Chavis SE, Chen SY, Iannuzzi GL, Kashtelyan V, Dowling E, Harbison JI, Bolger DJ, Bunting MF, Dougherty MR. Measuring working memory is all fun and games: A four-dimensional spatial game predicts cognitive task performance. *ExpPsychol* 2014; 61(6): 417–438.
- Avila-Pesantez, Diego and Rivera, Luis A and Vaca-Cardenas, Leticia and Aguayo, Stteffano and Zuniga, Lourdes. Towards the improvement of ADHD children through augmented reality serious games: Preliminary results. IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), 2018
- Baikadi, A., Rowe, J., Mott, B. et Lester, J. (2014). Generalizability of Goal Recognition Models in Narrative-Centered Learning Environments. Dans V. Dimitrova, T. Kuflik, D. Chin, F. Ricci, P. Dolog& G.-J. Houben (dir.), *User Modeling, Adaptation, and Personalization: 22nd International Conference*, Aalborg, Denmark, July 7-11, Cham: Springer International Publishing, p. 278-289.
- Bakkes, P. Spronck, and J. van den Herik. Rapid and reliable adaptation of video game ai. *Computational Intelligence and AI in Games, IEEE Transactions on*, 1(2):93–104, 2009
- Bakkes, S., Tan, C.T., and Pisan, Y. Personalised gaming. *Proceedings of The 8th Australasian Conference on Interactive Entertainment: Playing the System*, (2012)
- Birman. Birman game site : <http://www.graphbox.com/> programmation : Huguesbernet- rollande realized by graphbox graphics creation studio. game site: www.glucifer.net, available oct. 2012.
- Bisson, F., Larochelle, H. et Kabanza, F. (2015). Using a recursive neural network to learn an agent's decision model for plan recognition. *Proceedings of the 24th International Conference on Artificial Intelligence*, Buenos Aires, Argentina.

- Bouchard, Bruno and Imbeault, Frederick and Bouzouane, Abdenour and Menelas, Bob-Antoine. Developing serious games specifically adapted to people suffering from Alzheimer. International Conference on SeriousGamesDevelopment and Applications, Springer, 2012
- Burke, James William and McNeill, MDJ and Charles, Darryl K and Morrow, Philip J and Crosbie, Jacqui H and McDonough, Suzanne M. Optimising engagement for stroke rehabilitation using serious games, The Visual Computer, Springer, 2009
- Busch, Marc and Mattheiss, Elke and Orji, Rita and Marczewski, Andrzej and Hochleitner, Wolfgang and Lankes, Michael and Nacke, Lennart E and Tscheligi, Manfred. Personalization in serious and persuasive games and gamifiedinteractions.Proceedings of the 2015 Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play, ACM, 2015
- Canty AL, Fleming J, Patterson F, Green HJ, Man D, Shum DHK. Evaluation of a virtual reality prospective memory task for use with individuals with severe traumatic brain injury. NeuropsycholReha- bil2014; 24(2): 238–265.
- Chauvier. Qu'est-ce qu'un jeu?Vrin, 2007.
- Chittaro, Luca and Sioni, Riccardo. Affective computing vs. affective placebo: Study of a biofeedback-controlled game for relaxation training. Elsevier International Journal of Human-Computer Studies, vol.72, 2014
- Christophe. A. LibGDX(1): Framework de développement de jeux multiplateforme, <https://www.christophevx.com/>, (2015).
- Conati, C., Jacques, N. et Muir, M. (2013). Understanding Attention to Adaptive Hints in Educational Games: An Eye-Tracking Study. International Journal of Artificial Intelligence in Education, 23(1), p. 136-161.
- Connolly, T.M., Boyle, E.A., MacArthur, E., Hainey, T., and Boyle, J.M. A systematic literature review of empirical evidence on computer games and serious games. Computers & Education 59, 2 (2012), 661–686.
- Crabb, M. Human cognitive measurement as a metric within usability studies. CHI Extended Abstracts, (2013).
- Czikszentmihalyi. Flow: The psychology of optimal experience. Praha:Lidové Noviny, 1991.
- Damien Djaouti, Julian Alvarez, Jean-Pierre Jessel (2011). Classifying Serious Games: the G/P/S model. Handbook of research on improving learning and motivation through educational games, IGI Global.
- Derbali, L., Ghali, R. et Frasson, C. (2013). Assessing Motivational Strategies in Serious Games Using Hidden Markov Models. The Twenty-Sixth International FLAIRS Conference, May 22-24, St. Pete Beach, Florida, USA.
- Despont, A. (2008), SeriousGames et intention sérieuse : typologie. Retrieved March 8, 2009
- Djaouti. Considerationtheorique et technique sur la creation de jeux video a vocation utilitaire. 2011.
- Elliot, A. J. et Pekrun, R. (2007). Emotion in the Hierarchical Model of Approach-Avoidance Achievement Motivation. Dans P. Schutz, Pekrun, R. (dir.), Emotion in Education,London: Elsevier.
- Eric J. Horvitz, John S.Breese, Max Henrion. Decision Theory in Expert System and Artificial Intelligence. International journal of Approximate Reasoning 1988; 2:247-302
- Fontana, Emannel and Gregorio, Regina and Colussi, Eliane Lucia and De Marchi, Ana Carolina B. Trainbrain: a serious game for attention training. International Journal of Computer Applications, vol. 160, 2017
- Fullerton, Hunick, Lundgren, Rogers, Brathwaite :fromthèse Stéphanie MADER, le game design des jeux thérapeutique, model et méthode pour la conception du gameplay (2015)

- Ghali, R., Ouellet, S. et Frasson, C. (2015). LewiSpace: An Educational Puzzle Game Combined with a Multimodal Machine Learning Environment. Joint German/Austrian Conference on Artificial Intelligence (Künstliche Intelligenz: KI), 21-25 September, Dresden, Germany.
- Ghali, R., Ouellet, S. et Frasson, C. (2015). LewiSpace: An Educational Puzzle Game Combined with a Multimodal Machine Learning Environment. Joint German/Austrian Conference on Artificial Intelligence (Künstliche Intelligenz: KI), 21-25 September, Dresden, Germany.
- Göbel, S. and Hardy, V. Wendel, F. Mehm, and R. Steinmetz. Serious games for health: personalized exergames. In Proceedings of the international conference on Multimedia, pages 1663–1666. ACM, 2010.
- Göbel, S. Hardy, V. Wendel, F. Mehm, and R. Steinmetz. Serious games for health: personalized exergames. In Proceedings of the international conference on Multimedia, pages 1663–1666. ACM, 2010.
- Göbel, S., Wendel, V., Ritter, C., Steinmetz, R.: Personalized, Adaptive Digital Educational Games Using Narrative Game-Based Learning Objects. In: Zhang, X., Zhong, S., Pan, Z., Wong, K., Yun, R. (eds.) Edutainment 2010. LNCS, vol. 6249, pp. 438–445. Springer, Heidelberg (2010)
- Ha, E. Y., Rowe, J. P., Mott, B. W. et Lester, J. C. (2011). Goal recognition with Markov logic networks for player-adaptive games. Proceedings of the Seventh AAAI Conference on Artificial Intelligence and Interactive Digital Entertainment, Stanford, California, USA.
- Hagler S, Jimison HB, Pavel M. Assessing executive function using a computer game: computational modeling of cognitive processes. IEEE J Biomed Health Inform 2014; 18(4): 1442–1452.
- Harrison, B., Ware, S. G., Fendt, M. W. et Roberts, D. L. (2015). A Survey and Analysis of Techniques for Player Behavior Prediction in Massively Multiplayer Online Role-Playing Games. IEEE Transactions on Emerging Topics in Computing, 3(2), p. 260-274. doi: 10.1109/TETC.2014.2360463.
- Jacques Mathieu , Revu EP.s n°227, janvier-février 1991. Les systèmes experts, <http://uv2s.cerimes.fr/media/revue-eps/media/articles/>
- Jebara N, Orriols E, Zaoui M, Berthoz A, Piolino P. Effects of enactment in episodic memory: a pilot virtual reality study with young and elderly adults. Front Aging Neurosci 2014; 6: 338.
- Juul. The game, the player, the world: looking for a heart of gameness. In DIGRA Conf., 2003.
- Katie Selen & Eric Zimmerman. Rules of play: Game design fundamentals. The MTT Press, October, (2003).
- Keller, J. M. (1987). Development and use of the ARCS model of instructional design. Journal of instructional development, 10(3), p. 2. doi: 10.1007/bf02905780.
- Konert, Johannes and Göbel, Stefan and Steinmetz, Ralf, Video game personalization via social media participation, Proceedings of International Conference on Serious Games, pp. 35--46, Springer, 2014
- Koster. A Theory Of Fun In Game Design. Paraglyphpress, 2005.
- Lee J-Y, Kho S, Yoo H Bin, Park S, Choi J-S, Kwon JS, Cha KR, Jung H-Y. Spatial memory impairments in amnesic mild cognitive impairment in a virtual radial arm maze. Neuropsychiatr Dis Treat 2014; 10: 653–660.
- Lester, J. C., Spires, H. A., Nietfeld, J. L., Minogue, J., Mott, B. W. et Lobene, E. V. (2014). Designing game-based learning environments for elementary science education: A narrative-centered learning perspective. Information Sciences, 264, p. 4-18.
- Lester, J. C., Spires, H. A., Nietfeld, J. L., Minogue, J., Mott, B. W. et Lobene, E. V. (2014). Designing game-based learning environments for elementary science education: A narrative-centered learning perspective. Information Sciences, 264, p. 4-18.
- Lester, J., Mott, B., Rowe, J. et Sabourin, J. (2013). Modeling Learner Affect with Theoretically Grounded Dynamic Bayesian Networks. Design Recommendations for Adaptive Intelligent Tutoring Systems Learner Modeling, p. 1-10.

- M. Macedonia. Games soldiers play. *Spectrum, IEEE*, 39(3):32–37, 2002.
- Mariais. *Modeles pour la conception de learningrole-playinggames en formation professionnelle*. 2012.
- Michael and S. Chen. *Serious games: Games that educate, train, and inform*. Muska and Lipman Premier-Trade, 2005.
- Min, W., Ha, E., Rowe, J. P., Mott, B. W. et Lester, J. C. (2014). Deep Learning-Based Goal Recognition in Open-Ended Digital Games. *The 12th Annual AAAI Conference on Artificial Intelligence and Interactive Digital Entertainment*.
- Min, W., Mott, B., Rowe, J., Liu, B. et Lester, J. (2016). Player Goal Recognition in Open- World Digital Games with Long Short-Term Memory Networks. *The 25th International Joint Conference on Artificial Intelligence*, 9-15 July, New York, USA.
- Mindhabitsgame site : <http://www.mindhabs.com/>, available oct. 2012.
- Montani, Veronica and De Filippo De Grazia, Michele and Zorzi, Marco. A new adaptive videogame for training attention and executive functions: design principles and initial validation, *Frontiers in Psychology*, vol. 5, 2014
- Nov, O., and Arazy, O. Personality-targeted design: Theory, experimental procedure, and preliminary results. *CHI*, (2013).
- Orji, R., Mandryk, R.L., and Vassileva, J. Gender and persuasive technology: Examining the persuasiveness of persuasive strategies by gender groups. *Persuasive Technology*, (2014).
- Orji, R., Mandryk, R.L., Vassileva, J., and Gerling, K.M. Tailoring persuasive health games to gamer type. *CHI*, (2013), 2467–2476.
- Parnandi, Avinash and Gutierrez-Osuna, Ricardo. Partial reinforcement in game biofeedback for relaxation training, *IEEE Transactions on Affective Computing*, 2018
- Pope, A. T., Bogart, E. H. et Bartolome, D. S. (1995). Biocybernetic system evaluates indices of operator engagement in automated task. *BiolPsychol*, 40(1-2), p. 187-195.
- Pulse. *Breakaway texas a and m university-corpus christi*.
- R. Cailliois. *Man, play, and games*. University of Illinois Press, 1961.
- Rijo, R and Costa, P and Machado, P and Bastos, D and Matos, P and Silva, A and Ferrinho, J and Almeida, N and Oliveira, A and Xavier, S and others. *Mysterious Bones Unearthed: Development of an Online Therapeutic serious Game for Children with Attention Deficit-hyperactivity Disorder*. Elsevier *Procedia Computer Science*, vol. 64, 2015
- Rowe, J. P. et Lester, J. C. (2010). Modeling user knowledge with dynamic Bayesian networks in interactive narrative environments. *Proceedings of the Sixth AAAI Conference on Artificial Intelligence and Interactive Digital Entertainment*, Stanford, California, USA.
- Rowe, J., Mott, B. et Lester, J. (2014). Optimizing Player Experience in Interactive Narrative Planning: A Modular Reinforcement Learning Approach. *Proceedings of the Tenth International Conference on Artificial Intelligence and Interactive Digital Entertainment*, Raleigh, North Carolina.
- Russoniello, Carmen V and O'Brien, Kevin and Parks, Jennifer M. The effectiveness of casual video games in improving mood and decreasing stress. *Journal of CyberTherapy and Rehabilitation*, vol. 2, 2009
- Sabourin, J. L. et Lester, J. C. (2014). Affect and Engagement in Game-Based Learning Environments. *IEEE Transactions on Affective Computing*, 5(1), p. 45-56. doi: 10.1109/T-AFFC.2013.27.
- Sabourin, J., Rowe, J. P., Mott, B. W. et Lester, J. C. (2011). When Off-Task is On-Task: The Affective Role of Off-Task Behavior in Narrative-Centered Learning Environments. Dans G. Biswas, S. Bull, J. Kay & A. Mitrovic (dir.), *Artificial Intelligence in Education: 15th*

- International Conference, AIED 2011, Auckland, New Zealand. Berlin, Heidelberg: Springer, p. 534-536.
- Schaeffer J. « A Gamut of Games », AI Magazine, Vol. 22 No. 3, 2001, p. 29-46.
 - Science Pirates. Game site : <http://www.sciencepirates.org/>, available oct. 2012.
 - Serino S, Morganti F, Di Stefano F, Riva G. Detect- ing early egocentric and allocentric impairments deficits in Alzheimer’s disease: An experimental study with virtual reality. *Front AgingNeurosci*2015; 7: 88.
 - Shriki L, Weizer M, Pollak Y, Weiss PL, Rizzo AA, Gross-Tsur V. The utility of a continuous performance test embedded in virtual reality in measuring the effectiveness of MPH treatment in boys with ADHD. *Harefuah* 2010; 149(1): 18–23, 63.
 - Spronck P., Sprinkhuizen-Kuyper I., Postma E., « Difficulty Scaling of Game AI », Proceedings of the 5th International Conference on Intelligent Games and Simulation, 2004, Belgium, p. 33-37.
 - Van der Ham IJM, Faber AME, Venselaar M, van Kreveld MJ, Löffler M. Ecological validity of vir- tual environments to assess human navigation ability. *Front Psychol*2015; 6: 637.
 - Wardynski. America’s army game, <http://www.americasarmy.com/>, 2002.
 - Werner P, Rabinowitz S, Klinger E, Korczyn AD, Josman N. Use of the Virtual Action Planning Supermarket for the Diagnosis of Mild Cognitive Impairment. *DementGeriatrCognDisord* 2009; 27: 301–309.
 - Zyda. From visual simulation to virtual reality to games. *Computer*, 38(9):25–32, 2005.

Annexe 1 (Questionnaire)

(Reprise de GEQ - Game experience Questionnaire –Core traduit en français)

- Age:
- Féminin/ masculin :
- Comment vous estimez votre niveau d'attention ? très faible /faible /moyen/bien/ très bien - Répondez aux questions suivantes à l'aide de cette échelle :

<0>Pas du tout <1>un peu <2>passable <3> bien <4>très bien

1. Je me sentais content ...
2. Je me sentais habile ...
3. Je pensais que c'était amusant ...
4. Je me sentais heureux ...
5. Ça m'a donné mauvaise humeur ...
6. J'ai pensé à autre chose ...
7. J'ai trouvé ça fatigant ...
8. Je me sentais compétent ...
9. Je pensais que c'était dur ...
10. Je me sentais bien
11. J'étais bon à ça ...
12. Je me sentais ennuyé
13. Je sens que j'ai bien réussi
14. Je me suis amusé
15. J'étais rapide pour atteindre les objectifs du jeu
16. Je me sentais sous pression
17. Je me suis senti mis au défi ...
18. J'ai senti la pression du temps ...
19. Je devais y mettre beaucoup d'efforts

Remarques (optionnel)

.....

Score GEQ Module Core

Calculer la moyenne pour les composantes suivantes :

Compétence: Items 2, 8, 11, 13, 15.

Difficulté: Items 9, 16, 17, 18, 19.

Effet négatif: Items 5, 6, 7, 12.

Effet positif: Items 1, 3, 4, 10, 14

RESUME

Dans notre vie quotidienne, on constate que beaucoup d'enfants et adolescents ont des problèmes de concentration et d'attention au milieu scolaire. Ces problèmes peuvent être des conséquences de plusieurs facteurs cognitifs et psychologiques. Le manque de prise en charge de ces cas d'élèves peut conduire non seulement à l'échec scolaire mais aussi au développement de maladies telles que l'hyperactivité, l'anorexie et le déficit de l'attention. Cette non prise en charge, notamment dans les pays en cours de développement, peut être due essentiellement au coût de suivi et de prise en charge de ces cas d'élèves.

Du point de vue de la réadaptation psychologique, la remédiation cognitive est considérée comme l'une des thérapies permettant d'améliorer le fonctionnement des individus qui ont des difficultés cognitives telles que l'attention et la concentration. En milieu scolaire, ces difficultés sont généralement accompagnées du problème de stress et non motivation des élèves. Les jeux sérieux (c.à.d. jeux vidéo pour vocation utilitaire) peuvent être une solution permettant de proposer aux élèves des exercices de remédiation personnalisables tout en maintenant leur motivation. Un jeu sérieux peut être un moyen de suivi qui ne nécessite pas la présence d'un tuteur ou un expert, ce qui permet de réduire le coût de remédiation.

Notre projet a pour but la conception et la mise en œuvre d'un jeu sérieux personnalisé qui offre un environnement d'apprentissage attrayant et productif. Le jeu est basé sur une évaluation des capacités des joueurs et propose par conséquent une expérience de jeu personnalisable en fonction des performances du joueur ainsi que son état de concentration.

Mots clés : Jeux sérieux, personnalisation, concentration