



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة وهران للعلوم والتكنولوجيا محمد بوضياف



THÈSE

En vue de l'obtention du Diplôme de Doctorat en Sciences

Présentée par : BENKHEDDA Samira

Intitulé

La simulation participative dans une situation d'urgence

Faculté : Mathématiques et Informatique

Département : Informatique

Spécialité : Informatique

Option : Informatique

Devant le Jury Composé de :

<i>Membres de Jury</i>	<i>Grade</i>	<i>Qualité</i>	<i>Domiciliation</i>
<i>RAHAL Sidi Ahmed</i>	<i>Professeur</i>	<i>Président</i>	<i>USTO-MB</i>
<i>BENDELLA Fatima</i>	<i>Professeur</i>	<i>Directrice de Thèse</i>	<i>USTO-MB</i>
<i>BELALEM Ghalem</i>	<i>Professeur</i>	<i>Examineur</i>	<i>Université Oran1</i>
<i>BELKADI Khaled</i>	<i>Professeur</i>	<i>Examineur</i>	<i>USTO-MB</i>
<i>BENYAMINA Abou El Hassan</i>	<i>Professeur</i>	<i>Examineur</i>	<i>Université Oran1</i>
<i>TAGHEZOUT Noria</i>	<i>Professeur</i>	<i>Examinatrice</i>	<i>Université Oran1</i>

Année Universitaire : 2020-2021

Résumé

L'objectif principal de cette thèse est de simuler la gestion des situations de crises en assurant tous ses critères nécessaires, en utilisant la simulation multi agents de type simulation participative comme les jeux sérieux. Ainsi, cette thèse est la combinaison de deux champs de recherche extrêmement complexes. Ceci pour répondre à une problématique liée à une situation d'urgence très délicate qui est l'arrêt cardiaque. L'expérimentation des actions et le développement des compétences dans ce genre de contextes sont difficiles à reproduire dans la vie professionnelle sans risques de dommage pour les victimes.

Donc, le choix du paradigme agent est motivé par le fait que les systèmes multi agents (SMA) sont utilisés à d'autres fins de simulation, ils montrent leur pertinence pour la conception d'applications distribuées complexes, en offrant plusieurs avantages, ce qui nous a poussé à implémenter notre propre API, que nous avons nommé MASU (Multi Agents System for Unity), inspirée de la plateforme Jade, et elle est écrite en C# et est adaptée pour la plateforme Unity 3D. MASU sert à répondre aux critères des situations d'urgence médicale, en développant plusieurs contributions, tout d'abord, la rapidité d'intervention qui est l'élément clé pour garantir le succès, puis, le nombre d'employés qui doit être très élevé. Pour cela nous avons créé la collaboration entre les joueurs. Ensuite, l'évaluation individuelle et collective est réalisée entre les acteurs du jeu pour sauver le maximum des vies possible dans le bon délai. Finalement les décisions doivent être rapides et précises et cela nécessite un raisonnement pratique cognitif fourni par l'intégration de l'agent de BDI dans les NPCs, sans oublier les concepts qui rendent le simulateur plus proche de la réalité comme l'adaptation du contenu au profil du joueur afin de renforcer ses connaissances en ce qui concerne la formation des gestes des premiers secours.

Les mots clés: Situations d'urgences médicales, Arrêt cardiaque, Systèmes Multi-Agent, Simulation, Jeux sérieux, BDI, Prévention, Adaptation, Cognition, Collaboration et évaluation.

Abstract

The main objective of this thesis is to simulate the management of crisis situations by ensuring all its necessary criteria, using participatory multi-agent simulation such as serious games. Thus, this thesis is the combination of two extremely complex fields of research to respond to a problem linked to a very delicate emergency situation, where the experimentation of actions and the development of skills in such contexts are difficult to reproduce in professional life, without risk of damage to the victims.

Therefore, the choice of the agent paradigm is motivated by the fact that the multi agent systems (MAS) are used for other simulation purposes, they have shown their relevance for the design of complex distributed applications, offering several advantages, this which pushed us to implement our own API, which we named MASU (Multi Agents System for Unity), inspired by the Jade platform, and it is written in C # and is adapted for the Unity 3D platform. MASU serves to meet the criteria of medical emergency situations, by developing several contributions, first of all, the speed of intervention which is the key element to guarantee success, then, the number of employees which must be very high, for this we have created collaboration between players. Then, the individual and collective evaluation between the actors of the game to save the maximum possible lives in the right timeframe, and finally the decisions must be fast and precise and this requires a practical reasoning provided by the integration of the BDI agent in NPCs. Not to mention the concepts that make it more realistic simulator as content adaptation to the profile of the player to enhance his knowledge regarding the training of first aid actions.

Keywords:

Medical Emergencies, Heart Attack, Multi-Agent Systems, Simulation, Serious Games, BDI, Prevention, Adaptation, Cognition, Collaboration and Assessment.

Remerciements

Je remercie **ALLAH** Le Tout Puissant qui m'a accordé de l'aide et de la force pour mener à terme ce travail.

J'éprouve une grande reconnaissance envers le **Pr BENDELLA Fatima**, professeur à l'Université des sciences et de la technologie d'Oran, mon directeur de thèse, qui m'a guidé tout au long de mes recherches. Son expérience professionnelle et personnelle, sa patience et sa compréhension ont été des facteurs encourageants pour mener à bien cette thèse. Sa confiance et sa vision de la problématique de la thèse m'ont aidé dans la réalisation de ce travail durant toutes ces années.

J'adresse mes sincères remerciements aux professeurs de l'Université des sciences et de la technologie d'Oran : Le **Pr. RAHAL Sidi Ahmed**, d'avoir partagé leur nombreuses connaissances. Vous me faites l'honneur de présider ce jury. Et le **Pr. BELKADI Khaled**, d'avoir accepté de juger mon travail. Soyez assuré de mon profond respect.

Je tiens à remercier les professeurs de l'Université d'Oran1 : **Pr. TAGHEZOUT Noria**, **Pr. BENYAMINA Abou El Hassan** et **Pr. BELALEM Ghalem**, d'avoir accepté d'examiner mon travail. Veuillez trouver ici l'expression de mes sincères remerciements.

Ainsi, je remercie le **Dr. ERWAN Tranvouez**, Maître de conférences en informatique à l'université d'Aix Marseille en France, de m'avoir accueilli dans l'équipe DIMAG du laboratoire des sciences de l'information et des systèmes (LSIS), et de m'avoir apporté l'aide dont j'avais besoin.

Un grand merci à **Mr TAIBI Hichem**, Formateur professionnel de secourisme et membre de la fédération algérienne des entreprises et des entrepreneurs, pour la formation des gestes des premiers secours qui m'a apporté plusieurs connaissances dans le domaine.

Je remercie mes enseignants, mes amis et mes collègues, qui par leurs conseils scientifiques ou leur humour ont été d'un grand soutien.

Je tiens à exprimer les plus profonds remerciements à mes parents pour leur amour, et l'éducation qu'ils m'ont prodiguée; avec tous les moyens et au prix de tous les sacrifices qu'ils ont consenti à mon égard « Les parents ne donnent que ce qui est parfait ». À Yamma, ma belle mère pour son amour inconditionnel, à mon mari pour son soutien, ses encouragements et ses précieux conseils, à mes sœurs qui m'ont soutenu énormément, sans oublier mes chers neveux et mes belles nièces qui ont su m'entourer pendant mon cursus doctoral. De plus, mes remerciements seraient incomplets, si je ne fais pas mention de mes enfants, mes trois anges gardiens, qui m'ont donnée le goût d'apprendre tout au long de cette expérience.

Enfin, je saisi cette occasion pour exprimer une immense gratitude envers les personnes qui m'ont encouragées et soutenues tout au long de ma thèse.

Table des matières

Introduction générale.....	1
----------------------------	---

ChapitreI:Jeux Serieux

1. Définitions.....	6
2. Histoire des jeux sérieux	7
3. Les jeux sérieux et les pédagogies traditionnelles	8
4. Classification des jeux sérieux	9
5. Les caractéristiques des jeux sérieux.....	12
6. Fonctions de jeux sérieux.....	13
7. Les atouts des jeux sérieux.....	14
8. Les freins des jeux sérieux.....	15

ChapitreII: Système Multi-Agents

1. Historique sur les agents et les systèmes multi agents.....	19
2. Agent.....	20
2.1. Définition d'un agent.....	20
2.2. Les caractéristiques d'un agent.....	20
2.3. Les types d'agents	21
2.3.1. Les agents réactifs	21
2.3.2. Les agents cognitifs.....	22
3. Systèmes multi-agents	22
3.1. Définition d'un système multi-agents.....	22
3.2. Caractéristiques d'un système multi-agent.....	22
3.3. Domaines d'applications des SMA	24
3.3.1. La résolution de problèmes	25
3.3.2. Simulation multi agent	25
3.3.3. La construction de mondes synthétiques.....	25

3.3.4. La robotique distribuée.....	25
4. Les plateformes existantes	26
4.1. La plateforme Jade :.....	26
4.2. La plateforme Madkit :	26

ChapitreIII: Simulation Participative

1. Définition de Simulation.....	28
2. Définition de simulation Multi-agent.....	28
2.1. Approches des simulations multi-agents	29
2.2. Caractéristiques de la simulation Multi-Agents	29
2.3. Types de la simulation multi-agents.....	30
2.3.1. Simulation des systèmes complexes	30
2.3.2. Simulation participative	30
3. Exemples	33

Chapitre IV: Etat de L Art Sur Les Simulation Participative Des Situations D'urgence Medicale

1. Présentation des simulateurs participatifs.....	35
1.1. Staying Alive	35
1.2. LISSA	35
1.3. SiMFOR.....	36
1.4. HERA	37
1.5. EMSAVE	38
1.6. Pulse ! !.....	38
1.7. Patient Rescue.....	39
1.8. Triage Trainer	40
2. Comparatif et synthèses	41

ChapitreV: Simulateur participatif FASim: Conception

1. Le problème de la gestion des urgences médicales.....	46
2. Les objectifs du simulateur proposé.....	46

3. L'architecture du simulateur proposé	47
4. la modélisation UML de MASU	57
5. Les modules de MASU	59
5.1. Cognition dans MASU	59
5.2. Adaptation dans MASU.....	61
5.3. Intervention et sensibilisation dans MASU	64
5.4.Collaboration et évaluation dans MASU.....	66
6. le cas d'urgence choisi dans FASim.....	66

Chapitre VI: Experimentations et Résultats

1. Expérimentations et résultats	71
1.1. l'authentification	71
1.2. le menu principale.....	71
1.3. les options	71
1.4. le tutoriel	72
2. Evaluation des besoins du jeu sérieux FASim (First Aid Simulator)	75
2.1. La methode choisie	75
2.2.. L'échantillonnage.....	75
2.3. la conception et le deroulement des questionnaires.....	75
2.4. l'analyse des reponses.....	76
2.4.1 Analyse des informations personnelles du questionnaire 1	76
2.4.2.Comparaison du test du questionnaire 1 et questionnaire2.....	80
2.4.3.Analyse des avis du questionnaire 2	81
Conclusion générale	89
Annexes	98
Bibliographie	110

Liste des tableaux

Tableau 1 : la classification collaborative adaptée aux "serious games".	10
Tableau 2: Comparaison entre Systèmes d'agents cognitifs et Systèmes d'agents réactifs.....	21
Tableau 3 : comparatif entre différents simulateurs des situations d'urgences médicales.....	42
Tableau 4: Le calcul de taux de risque à partir des profils de quatre NPCs.....	72
Tableau 5: Comparaison des deux modes.....	79
Tableau 6: Synthèse des caractéristiques personnelles de notre échantillon.....	81
Tableau 7: combinaison entre Objectif et situation d'urgence	83
Tableau 8: Comparaison du test du questionnaire 1 et questionnaire2	85
Tableau 9:Analyse des avis du questionnaire 2.....	87

Liste des Graphiques

Graphique 1: Synthèse des caractéristiques personnelles de notre échantillon (sex, objectif, situation d'urgence).....	81
Graphique 2:Combinaison entre Objectif et situation d'urgence	83

Liste des Figures

Figure 1:Schéma général du concept de jeu sérieux.	7
Figure 2:Tendances et outils des jeux sérieux.....	9
Figure 3: La classification des jeux sérieux.	12
Figure 4:Simulation participative (Jeux de rôles informatiques).	32
Figure 5: Capture d'écran du jeu Staying Alive.....	35
Figure 6: Capture d'écran du jeu LISSA.....	36
Figure 9: Capture d'écran du jeu sérieux EMSAVE.....	38
Figure 10: Capture d'écran du serious game Pulse ! !	39
Figure 11: Capture d'écran du serious game Patient Rescue.....	40
Figure 12: Capture d'écran du serious game Triage Trainer.....	41
Figure 13:Architecture générale de FASim.	48
Figure 14:les composants de base d'un personnage.....	48
Figure 15:exemple d'un mélange d'états dans un Animator Controller.	49
Figure 16: le LookAtIK.....	50

Figure 17:le FullBodyIK.	50
Figure 18:Le NetworkSync.	51
Figure 19: le Camera Controller.....	52
Figure 20: Les caractéristiques de l'API PUN.....	53
Figure 21:La modélisation UML de la BDD 2.....	49
Figure 22:Etablissement d'une communication par sockets.	56
Figure 23:La modélisation UML de L'API MASU.	58
Figure 24: The BDI NPC.	61
Figure 25:Diagramme d'activité de FASim adaptatif.	63
Figure 26:L'implémentation de QRISK2.....	65
Figure 27:le module dévaluation selon un des paramètres de Qrisk (IMC).....	67
Figure 28:La fonction RPC.	68
Figure 29:L'authentification.....	71
Figure 30:le profil d'un NPC	72
Figure 31: le menu principal	73
Figure 32:le menu options.....	74
Figure 33:le choix du personnage.	74
Figure 34:le choix de la langue.	75
Figure 35:la connexion.....	75
Figure 36:le menu multi-joueurs.	76
Figure 37:la liste des parties existantes.	76
Figure 38:La création d'une partie.....	77
Figure 39:La première décision de la RCP.	78
Figure 40:La troisième décision de la RCP.....	78

LISTE DES ACRONYMES

ACC:Agent Communication Chanel

AMS:Agent Management System

API : Application Programming Interface

BDD: Base De Données

BDI: Believes, Desires, Intentions

CRA:Croissant Rouge Algérien

DF:DirectorFacilitator

EMSAVE : Emergency Medical Services for the disAbled Virtual Environment

FASim:First Aid Simulator

FIPA: the Foundation for Intelligent Physical Agents

GBL: Game Based Learning

GPS : Gameplay / Permet de / Secteur

HERA:Helpful agent for safEtyleaRning in virtuAl environment

IA : Intelligence Artificielle

IAD : Intelligence Artificielle Distribuée

JADE:Java Agent Developement Framework

JdR:Jeux de Rôles

JVM :Java Virtual Machine

LISSA:Life Support Simulation Application

Madkit:Multi Agent Development Kit

MASU: Multi Agent System for Unity

NPC: Non Player Character

POO: Programmation Orientée Objet

PUN : Photon Unity Networking

RCP:Réanimation Cardio-Pulmonaire

SG: Serious Game

SMA: Système Multi-Agents

SOA: Simulation Orientée Agent

TIC : Technologies de l'information et de la communication

TILAB: Telecom Italia Laboratory

UML: Unified Modelling Language

Introduction

Introduction générale

Contexte générale

Les jeux ont toujours été présents et jouent un rôle important dans la société humaine, en fonction des interactions que nous avons avec le monde qui nous entoure.

Dans ce contexte, il existe de nombreuses situations où vous pouvez vous retrouver face à des personnes dont la vie est en danger : un enfant qui s'étouffe avec un petit jouet, une personne qui perd connaissance dans la rue, ou qui a un malaise cardiaque. Les nouvelles technologies comme les jeux sérieux sont une parfaite solution pour offrir une bonne expérience qui permet de simuler des situations de manière réaliste afin de préparer et former l'utilisateur à réagir face à des situations similaires sur le terrain, sans négliger la dynamique des comportements des joueurs avec des dimensions cognitifs et dans une simulation participative liée à l'évolution de la situation et aux scénarios construits pendant les interactions entre les acteurs actifs.

Ces dernières années, les simulations basées agents sont devenues de plus en plus importants en informatique, que ce soit dans le domaine de l'intelligence artificielle, des systèmes distribués [1], de la robotique [2] ou même de la vie artificielle [3], en introduisant la question de l'intelligence collective et de l'émergence des structures par interférence[4], en plaçant la question au niveau de l'autonomie des individus en tant qu'agents, et des interactions entre eux [5]. L'approche basée sur les agents est plus générale et plus puissante [6], mais elle est également plus facile à mettre en œuvre et à maintenir [7].

Problématiques

Nous allons avoir besoin d'un système qui peut répondre aux enjeux que représentent de telles situations, dont la valeur du temps se joue sur plusieurs rythmes où la rapidité dans les cas d'urgences est très importante, ainsi que l'adaptation aux évolutions des connaissances enseignées, en plus l'intelligence qui est un élément clé pour la prise des décisions en une période de temps bien déterminée, sans oublier l'évaluation au sein de la formation des gestes de premiers secours et la sensibilisation pour transmettre un savoir bien choisi. Pour ce point, nous devons trouver un moyen pour y remédier et qui englobe toutes ces contraintes pour

Introduction générale

approfondir les connaissances basiques du domaine. Le fait de regrouper des critères différents dans le même système est une fonctionnalité importante et qui n'est pas facile. Donc, la question qui se pose, est: comment introduire toutes ces caractéristiques dans le même Framework ? C'est la problématique à laquelle nous sommes confrontés.

Objectifs de l'étude

Notre étude propose un jeu sérieux 3D qui est préventif, adaptatif, collaboratif, cognitif, et évaluatif, destiné pour une situation d'urgence médicale qui s'appelle FASim (First Aid Simulator), un simulateur pour les gestes des premiers secours des crises cardiaques, la principale cause de décès précoce au monde. Donc nous allons implémenter notre propre plateforme MASU Multi Agent System for Unity qui est un ensemble d'outils capable de répondre à cinq grands enjeux de recherche dans le domaine de la simulation participative. Surtout que cette dernière situation d'urgence délicate nécessite un véritable jeu sérieux et une grande intelligence. Dans ce contexte, le module de cognition au niveau de notre simulation est traduit par l'intégration d'un agent BDI (Belief Desire Intention) dans le personnage non-joueur (NPC), cette technique nous a permis aussi de résoudre les problèmes entre les joueurs et les NPCs pendant leur collaboration. Et pour rendre FASim plus crédible et plus réaliste, nous allons implémenter une application mathématique pour calculer la probabilité d'avoir un arrêt cardiaque. Et dans le but d'améliorer l'utilisabilité de notre jeu sérieux, nous allons introduire une approche adaptative. Cette notion évalue le taux de défaite, ce taux concerne les difficultés trouvées par le joueur-apprenant à réaliser les objectifs et à répondre correctement et à temps aux différentes questions : évaluer son profil apprenant.

Contributions

Nous allons proposer un simulateur participatif en utilisant le même outil et de profiter des points forts des systèmes multi-agents (SMA) en intégrant les caractéristiques les plus importantes dans ce volet de recherche comme la collaboration, l'adaptation, la cognition, l'évaluation et la sensibilisation. Pour cela, une série de solutions est proposée :

- La présentation d'une application de l'approche de la simulation participative pour maîtriser les gestes des premiers secours au grand public (les professionnels et les non professionnels).

Introduction générale

- La conception d'un SMA collaboratif où les acteurs actifs du jeu se collaborent pour le même but final.
- l'adaptation du contenu au profil du joueur afin de renforcer ses connaissances en domaine choisi.
- La proposition d'un système cognitif pour le cas d'urgence choisi, qui nécessite une certaine intelligence pendant la simulation.
- L'évaluation des joueurs d'une façon individuelle et collaborative pendant la simulation.
- La sensibilisation des gens pour sauver leur vie et la vie des autres en apprenant les gestes des premiers secours, en créant une formation basique et culturelle au joueur apprenant.

La simulation participative combine les jeux sérieux et les systèmes multi agents pour faciliter l'échange des informations et des savoirs entre les participants. Mais dans quelques simulations multi acteurs et dans certains cas d'urgence, où l'aspect ludique de la simulation participative ne convient pas à tout le monde et dans toutes les situations. Dans ces conditions, l'utilisation d'autres caractéristiques est à favoriser, comme la collaboration, l'adaptation aux profils, l'intelligence, la sensibilisation des personnes et l'évaluation des acteurs. Donc nous sommes face à un problème distribué, d'où la nécessité d'opter pour une solution qui apparait adéquate à cette problématique : l'utilisation des SMA.

FASim sert à répondre aux critères des situations d'urgence médicale, et en particulier, la prise en charge de l'arrêt cardiaque. Tout d'abord, la rapidité d'intervention qui est l'élément clé pour garantir le succès, est prouvée par la méthode QRISK, deuxièmement, le nombre d'employés doit être très élevé, pour cela nous allons créer la collaboration entre les acteurs du jeu pour sauver le maximum de vies possible dans les bons délais, et finalement les décisions doivent être rapides et précises et cela nécessite un raisonnement pratique fourni par l'intégration de l'agent de BDI dans les NPCs. Sans oublier les concepts qui rendent le simulateur plus proche de la réalité comme l'adaptation du contenu au profil du joueur afin de renforcer ses connaissances en ce qui concerne la formation des gestes des premiers secours, la génération procédurale qui est responsable de rendre le jeu dynamique et de générer les différents cas possibles, en assurant le suivi des progrès pendant la simulation.

Introduction générale

Structure du manuscrit

Pour organiser notre travail, nous présenterons ce manuscrit comme suit :

Le premier chapitre définit des généralités sur les "Jeux sérieux" et leur utilité dans la société, en particulier, dans le domaine médical.

Le second chapitre dans lequel sont développés certains points principaux concernant les systèmes multi agents.

Le troisième chapitre présente la simulation participative qui fait partie des simulations multi agents, où le déroulement de cette simulation est contrôlé par un groupe de personnes pour répondre à différents objectifs.

Le quatrième chapitre qui comporte un état de l'art sur les simulateurs participatifs des situations d'urgences médicales pour les citer et les analyser de manière pertinente, en développant les points forts et en améliorant les points faibles de ces simulateurs.

Le cinquième chapitre est réservé à la présentation de notre simulateur participatif pour former les non-professionnels aux gestes des premiers secours de la crise cardiaque, en distinguant toutes les caractéristiques nécessaires pour bien gérer la situation d'urgence choisie.

Le sixième chapitre illustre les éléments fondamentaux des expérimentations développées de notre simulateur afin de présenter les résultats obtenus, menés à travers un des scénarios bien déterminés. Sans oublier l'analyse de l'évaluation de FASim à travers des questionnaires aux joueurs.

Enfin, nous terminerons cette thèse par une conclusion générale et des perspectives éventuelles

Chapitre I

Jeux sérieux

Introduction

Tout le monde veut son jeu sérieux parce qu'il fait partie des nouvelles modalités d'apprentissage et allient le ludique à l'éducatif pour un partage des savoirs efficace. Et grâce à la 3D, les jeux sérieux deviennent un support idéal pour combler certaines lacunes non résolues par les formations traditionnelles, où les jeux sérieux mettent en avant le concept ludique pour un partage des savoirs efficace dans les formations professionnelles.

1. Définitions

Il existe plusieurs définitions des jeux sérieux, grâce au nombre de chercheurs qui sont intéressés par ce terme. Nous commençons par **Clark Abt** (un universitaire américain), lui c'est le premier qui définit le terme de jeu sérieux en 1970 bien avant la création du jeu Battle zone. Il ne le caractérise pas en tant qu'application informatique, mais, en faisant le lien entre la possibilité d'apprendre « sérieusement » tout en jouant. Pour lui les jeux sont un support permettant d'enrichir les cursus scolaires, en réduisant la frontière entre « l'apprentissage scolaire » et « l'apprentissage informel » ; un « jeu sérieux » peut donc être un jeu sur ordinateur, un jeu de société, un jeu de rôle ou même un jeu de plein air. [8]

Et pour l'industriel **Ben Sawyer**, co-directeur du «jeu sérieux Initiative » explique que celui-ci permet de créer des plateformes informatiques réalisées par « des développeurs, des chercheurs et des industriels, qui observent l'utilisation des jeux vidéo et des technologies associées en dehors du divertissement ». [9]

Par contre, le chercheur **Michael Zyda**¹, précise que les jeux sérieux sont « un défi cérébral, joué avec un ordinateur selon des règles spécifiques, qui utilise le divertissement en tant que valeur ajoutée pour la formation et l'entraînement dans les milieux institutionnels ou privé dans les domaines de l'éducation, de la santé, de la sécurité civile, ainsi qu'à des fins de stratégie de communication ». [10]

Et enfin, **Julian Alvarez**, chercheur et concepteur de jeu sérieux, a tenté lui aussi dans le cadre de sa thèse de définir ce nouveau mode de jeu. Il le caractérise ainsi comme « une application informatique, dont l'intention initiale est de combiner, avec cohérence, à la fois des aspects sérieux (Serious) tels, de manière non exhaustive et non exclusive, l'enseignement, l'apprentissage, la communication, ou encore l'information, avec des ressorts ludiques issus du jeu vidéo (Game). Une telle association, qui s'opère par l'implémentation

d'un scénario pédagogique. Cet écart semble indexé sur la prégnance du scénario pédagogique. [11]

Puisqu'il existe une multitude d'approches différentes du jeu sérieux, et en résumé, la définition qu'il faut retenir c'est que la vocation d'un jeu sérieux est d'inviter l'utilisateur à interagir avec une application informatique dont l'intention est de combiner à la fois des aspects d'enseignement, d'apprentissage, d'entraînement, de communication ou d'information, avec des ressorts ludiques issus du jeu vidéo. Une telle association a pour but de donner à un contenu utilitaire (Serious), une approche vidéo ludique (Game). [12]

Le concepteur d'un jeu sérieux mise donc sur l'engouement suscité par le jeu vidéo auprès des utilisateurs pour capter leur attention dans une finalité qui s'écarte du simple divertissement. Pour opérer cette mise en relation entre l'aspect utilitaire et le jeu vidéo, le concepteur va mettre en relation deux types de scénario :

- Le premier sera d'ordre utilitaire,
- Le second sera d'ordre purement ludique.

Cette définition peut se résumer par la mise en relation suivante (voir la figure 1) :

Scénario utilitaire + Scénario vidéoludique = jeu sérieux. [1]

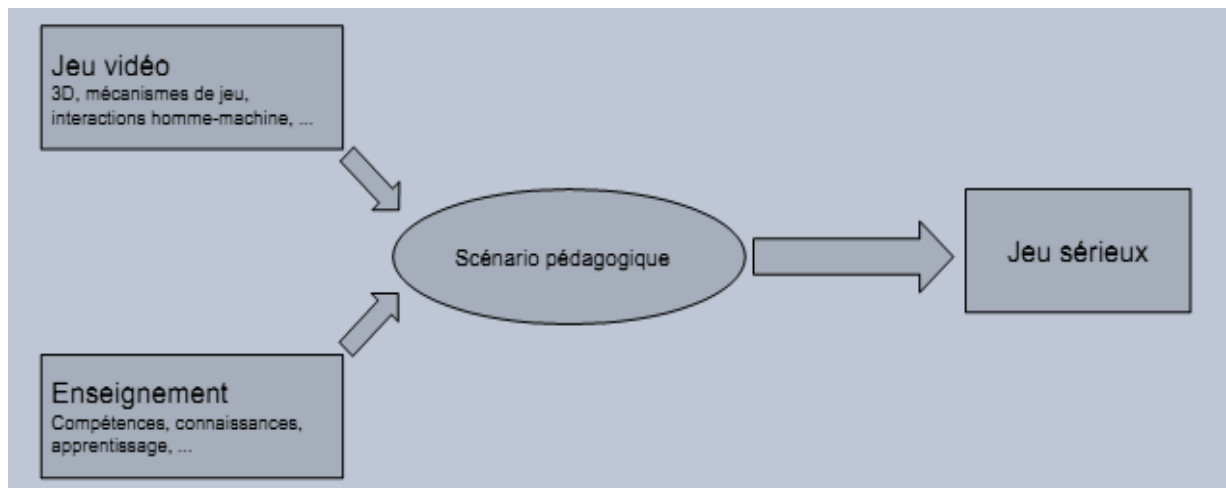


Figure 1:Schéma général du concept de jeu sérieux.

2. Histoire des jeux sérieux

1952 : OXO première utilisation à des fins pédagogiques d'un jeu vidéo par A.S.Douglas pour illustrer sa thèse sur les interfaces Hommes machines (IHM).

OXO : jeu de morpion dont l'un des joueurs est contrôlé par l'ordinateur.

1970 : Utilisation du terme jeu sérieux par Clark Abt pour distinguer les jeux pour l'amusement et les jeux pour l'apprentissage. Cet auteur se réfère alors principalement aux jeux de société et aux jeux de carte. [13]

1980 : ArmyBattlezone premier jeu sérieux, un projet développé par Atari, conçu pour l'entraînement des militaires américains. [14]

2002 : Le terme est remis au goût du jour sous l'influence de Rejeski et Sawyer face au succès de l'application vidéoludique America's Army. Le terme se réfère, cette fois, à l'utilisation des jeux vidéo à des fins utilitaires. America'sArmy est un jeu conçu par l'institut MOVES (Modelling, Virtual Environments, and Simulation) du Naval Post graduate School de Monterey, Californie(Etats-Unis). [13]

3. Les jeux sérieux et les pédagogies traditionnelles

Pour le présentiel tout comme pour le e-learning, les étudiants s'engagent à finir leurs études, mais peuvent s'ennuyer et se lasser en quelques semaines.

Utilisé en formation, le "serious gaming" est un bon complément aux méthodes pédagogiques traditionnelles (présentiel, e-learning). Il ne peut, toutefois, se substituer à ces modalités du fait de l'absence d'échanges réels lors des sessions.

Les "Seriousgames" sont des outils d'auto-apprentissage intégrant une vision transversale « Métier » ou « Conceptuelle » avec une pédagogie ludique utilisant les ressorts du jeu vidéo (design, 3D, temps réel, simulation d'objets, d'individus, d'environnements). Ce genre de simulation informatique touche plusieurs domaines et démontre une pédagogie solide pour les apprenants comme.[15] et [16]

La figure 2 montre qu'ils sont l'union des outils et tendances suivantes :

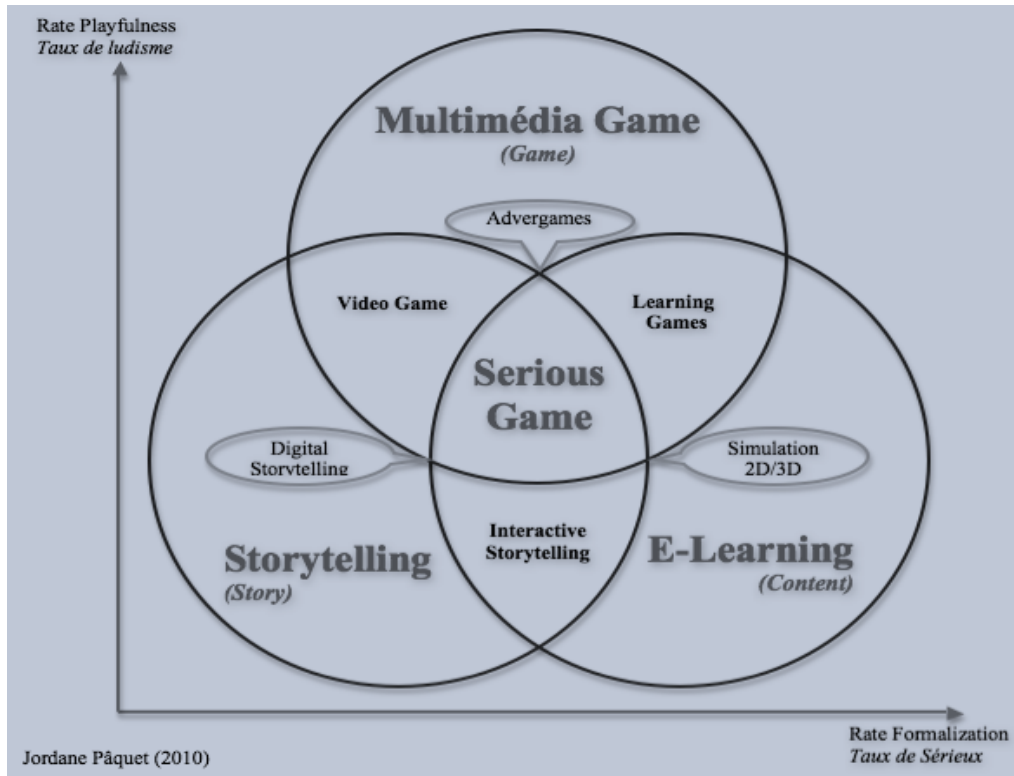


Figure 2: Tendances et outils des jeux sérieux.

Le "Jeu sérieux" est généralement dédié à des joueurs devant rapidement améliorer leurs compétences dans un environnement particulier et évolutif.

Expérimentation de situations, apprentissage de matériels, techniques et process, développement des facultés, sont les territoires privilégiés du "seriousgame".

Le "Casualgame" est consacré à faire passer des messages, à modifier une opinion ou à obtenir un comportement. L'approche est plus contextualisée aux univers habituels du joueur. Il s'agit d'utiliser le jeu comme canal principal de connexion et profiter du plaisir éprouvé par le joueur pour injecter ses propres objectifs de façon plus ou moins directe. [17]

Certaines nouvelles méthodes ou technologies trouvent assez naturellement des applications dans le "seriousgame", nous pouvons citer à titre d'exemple : la réalité augmentée, les « alternate reality games » ou le « storytelling » ...

4. Classification des jeux sérieux

Le travail de classification développé par **Ben Sawyer** permet de dresser un premier portrait du paysage du "seriousgame" en listant les domaines des activités concernées (santé, publicité, formation, éducation, science et recherche, production, jeux comme travail) et les

commanditaires regroupés par **secteurs** (Gouvernement, défense, santé, marketing et communication, éducation, entreprise, industrie).

Julian Alvarez et **Damien Djaouti** proposent le modèle de classification **GPS** :Gameplay / Permet de / Secteur. Ce modèle détermine s'il s'agit de l'objet ou de la pratique qui est sérieuse, inscrit le "seriousgame" dans l'utilisation ambivalente de communication (diffuser un message) et de simulation (dispenser un entraînement), et se définit enfin par les spécificités du public cible. [18]

Intention	Marché	Public
- Diffuser un message éducatif - Diffuser un message informatif - Diffuser un message de marketing ou communication - Diffuser un message subjectif - Dispenser un entraînement - Echanger des biens - Raconter une histoire - Exploiter une licence	- Divertissement - Etat & Gouvernement - Militaire - Santé - Education - Entreprise - Religion - Art & Culture - Ecologie - Politique - Humanitaire & Caritatif - Recherche Scientifique	- 0 à 3 ans - 3 à 7 ans - 8 à 11 ans - 12 à 16 ans - 17 à 25 ans - 25 à 35 ans - 35 à 60 ans - 60 ans et plus - Grand Public - Professionnels - Etudiants

Tableau 1 : la classification collaborative adaptée aux "seriousgames".

En 2006, les chercheurs universitaires **Julian Alvarez** et **Olivier Rampnoux** proposent de classer les jeux sérieux en cinq grandes catégories :

- **Advergaming ou jeux publicitaires**

Ils sont destinés principalement à la publicité.

- **Edumarketgames**

Ils s'inscrivent dans le registre des outils dédiés à la stratégie de communication en

s'appuyant sur les ressorts du jeu vidéo, mais en intégrant également un aspect éducatif...

Le néologisme "Edumarketgame" ...vient de l'anglais edu pour "education", de market "marché " et de game, "jeu" et pourrait se traduire par "jeu dont l'intention est d'éduquer sur un type de marché".

- **Edutainment ou ludo-éducatifs**

Ils ont une vocation éducative.

- **Jeux engagés**

Ils ont pour objectif de détourner soit :

- les règles classiques des jeux vidéo...
- les graphismes de titres connus...

Les jeux détournés ont souvent pour vocation de dénoncer de façon directe des problèmes d'ordre politique ou géopolitique...

- **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,
- d'étudier un phénomène s'inspirant du réel qui a été reproduit dans un environnement virtuel. [19]

Une autre classification proposée par les auteurs de [20] selon quatre aspects : l'objectif du jeu, ses fonctionnalités, la maladie du joueur et son état de santé, organisés selon trois éléments : le joueur, la santé et l'application. La Figure 3 illustre le principe de cette classification:

- ☐ **Joueur**

Professionnel/Non professionnel.

Malade/non-malade.

- **Santé**

Monitoring (étape de prévention).

Détection (étape pré symptomatique).

Traitement, thérapie (étape maladie clinique).

Réhabilitation (post-étape)

- **Jeu sérieux**

Un outil pour transmettre des connaissances ou des compétences de santé.

Simulation pour la formation de personnel.



Figure 3: La classification des jeux sérieux.

5. Les caractéristiques des jeux sérieux

Les caractéristiques les plus marquants des jeux sérieux sont :

- Le jeu sérieux est un environnement d'apprentissage vidéo-ludique dans lequel de plus en plus d'entreprises investissent pour former leur personnel dans le cadre de simulations et de reconstitutions de situations particulièrement complexes, difficiles à décrypter dans le cadre de formations dites "traditionnelles" en face à face.
- Le jeu sérieux peut être un outil important et efficace en évaluation formative comme dans le domaine de la remédiation. [21]
- Les jeux sérieux ont pour particularité de privilégier la qualité à la durée d'apprentissage : l'apprenant joueur apprend plus rapidement et plus efficacement que si la même

formation lui avait été dispensée par voie classique, elle vaut parfois mieux que les grands discours...!

- Ils permettent une modélisation des activités d'une entreprise tout en lui conférant une profondeur dans le champ de vision de l'organisation et une réelle objectivité dans les entretiens en face à face avec la clientèle, les bonnes attitudes à adopter, les bons gestes, les meilleures postures, etc...
- Pour David Wortley, responsable du jeu sérieux Institute de l'Université de Coventry, le jeu en formation est sérieux car il diffère du simple jeu social par l'objectif, qui privilégie l'apprentissage de connaissances, savoir-faire, au plaisir. Cette définition laisse entendre ce que le renouveau du jeu en formation doit au développement des TIC (Technologies de l'information et de la communication).
- La vocation du jeu sérieux n'est pas de remplacer les modes traditionnels d'information ou de formation mais plutôt de les compléter et de leur faire bénéficier de l'interactivité, des interfaces graphiques et des capacités du jeu vidéo à immerger un usager dans un contexte où il sera bien plus réceptif aux messages transmis.
- Le caractère social d'un jeu sérieux permet également l'utilisation simultanée de plusieurs utilisateurs, ce qui représente l'enjeu majeur dans les années à venir pour le « joueur » comme pour le professionnel qui l'encadre.
- Les jeux sérieux favorisent les changements sociaux: « Le concept de "jeu sérieux" consiste à exploiter les techniques et les possibilités des jeux vidéo pour les appliquer au monde du développement, favoriser les changements sociaux ou former et sensibiliser certaines catégories de personnes à un thème bien précis.
- Les jeux sérieux, pourraient être rangés dans la catégorie du ludo-éducatif. Cependant le ludoéducatif n'a pas forcément d'objectif social à atteindre ou de message à passer à une certaine catégorie de la population mais les jeux sérieux oui. [22]

6. Fonctions de jeux sérieux

Selon [19] le jeu sérieux a trois fonctions principales :

- **Diffuser un message:** Transmettre un message qu'il soit à visée éducative (edugame), publicitaire (advergame), ou diffusant un message à la fois éducatif et marketing (edumarketgame).
 - **Advergame** : Consiste à faire passer un message marketing ou communicationnel. Ce message peut être publicitaire, social, politique, religieux ou humanitaire.
 - **Edugame** : Consiste à apprendre une matière dans le domaine éducatif ou en entreprise (synonyme : edutainment).
 - **Edumarketgame** : Consiste à faire passer un message marketing, tout en intégrant un domaine éducatif, informatif ou d'entraînement.
- **Dispenser un entraînement:** Entraîner et développer des savoir-faire (physiques ou cognitifs), Pour améliorer des performances cognitives ou motrices des utilisateurs. Dans ce cas, les utilisateurs doivent atteindre un objectif précis pour être évalué.
- **Permettre l'échange de connaissances:** Favoriser l'échange de données (entre les joueurs ou entre le diffuseur du jeu et les joueurs). Permettent aux utilisateurs de s'exercer une tâche spécifique, d'éprouver un phénomène réel reproduit dans un univers virtuel. Ici il n'y a pas forcément d'évaluation, de score : c'est plutôt l'expérience vécue par le joueur qui prime.

7. Les atouts des jeux sérieux

Les principaux avantages du jeu sérieux sont :

- **Mise en situation:** ils proposent un environnement virtuel permettant aux apprenants d'être mis en situation entrepreneuriale, d'expérimenter des actions et de développer des compétences dans des contextes impossibles ou difficiles à reproduire dans la vie professionnelle pour des raisons de coûts, de temps et de sécurité.
- **Interactivité** : ils motivent davantage l'apprenant de par l'aspect ludique, et l'incitent à développer différentes compétences. Grace à leurs aspects interactifs et ludiques (comme la compétition, la récompense) ces outils favorisent les apprenants des générations X (né entre 1965 et 1981) et des générations Y (né entre 1982 et 1999) à activer leurs capacités.
- **Feedback immédiat** : ils proposent de réaliser des tâches réelles et de prendre des décisions dans un contexte virtuel, permettant ainsi de voir immédiatement le feedback de ces actions (succès et/ou échecs). Ils offrent à l'apprenant la possibilité de jouer un rôle

dans le cadre d'une mission entrepreneuriale d'une compagnie virtuelle. Le joueur, investi sous forme d'un avatar, est confronté à des situations métiers dans lesquelles il doit mobiliser des connaissances et des comportements donnant une vue globale des différentes facettes d'une profession. [23]

- **La rentabilité** : comme le présente Véronique Fontaine, chez Orange “Un jeu sérieux est rentable, car son coût reste le même quel que soit le nombre d’individus l’utilisant. Même si l’investissement initial est important, cela permet de réaliser rapidement des économies d’échelles”.
- **L’attrait** : Les technologies des jeux vidéo permettent une prise en main rapide et agréable, des graphismes et animations attrayants, ce qui permet de renforcer le potentiel d’utilisation de ces solutions.
- **L’efficacité** : car les technologies du jeu permettent de renforcer l’immersion dans l’application et facilitent l’implication de l’utilisateur. Ces outils permettent également de mettre en place facilement des outils de suivi et d’évaluation ciblés et pertinents. Selon LauranceBeauvy, PDG de la société Hollodeck, l’efficacité des jeux sérieux est prouvée, en effet, “1 heure de jeu sérieux est comparable à 7 heures de formation en présentiel. Le taux de mémorisation passe alors de 10% à 90%.
- Les jeux sérieux(SG) sont un outil rentable.
- Les SG permettent un gain de temps.
- Les SG réduisent les erreurs de recrutement, en évaluant les capacités cognitives des postulants lors de la phase de présélection.
- Les SG peuvent réduire les discriminations à l'embauche liée aux stéréotypes et aux préjugés. [24]

Les jeux sérieux peuvent fournir un contexte pour l'apprentissage, les possibilités d'enquête, et un cadre de collaboration et tous les éléments qui sont importants dans un environnement éducatif, en particulier dans la philosophie constructiviste. Ainsi que Les jeux sérieux peuvent être utilisés pour enseigner le contenu qui est généralement très difficile d’enseigner dans la classe, y compris le contenu non linéaire tel contenu.

8. Les freins des jeux sérieux

Les principaux inconvénients du jeu sérieux sont :

- En termes de jeux commerciaux actuels, on a du chemin à faire pour faire face aux questions d'équité entre les sexes et la violence. Trop, la plupart des jeux actuels peuvent être des activités très sédentaires.
- Dans le cadre d'un jeu sérieux, il est difficile de demander à une machine de se substituer à un être humain ou à tout être vivant. Par exemple :
 - On ne peut pas demander à un ordinateur de décider si une œuvre d'art est jolie ou non. On peut tout au plus lui donner des critères à respecter et un certain facteur aléatoire, qui ne correspondront cependant pas à la réalité.
 - On ne peut pas demander à un ordinateur de simuler le vote des citoyens d'un pays, parce que l'ordinateur n'a pas « d'opinion » sur un sujet.
 - On peut tenter de demander à un ordinateur d'incarner un patient venu expliquer son problème à son médecin. On ne peut pas en revanche lui demander de réagir comme un être humain si le médecin pouvait lui demander : « Cela vous chatouille, ou cela vous gratouille ? ». La seule solution pour surmonter cette limite est l'emploi d'un environnement multi joueurs, où le joueur est en interaction avec d'autres joueurs et l'ordinateur ne sert que d'interface de communication entre eux. [25]
- Etre confronté lors de sa prise de parole à son image peut perturber le locuteur : un temps d'adaptation est souvent nécessaire avant d'obtenir une communication naturelle. [26]
- Un jeu sérieux ne peut pas aborder des questions dont la réponse peut se résumer à « ça dépend ». L'usage du ludique comme instrument, La sincérité du joueur.
- professionnel de sélection (le jeu sérieux est-il suffisamment sérieux ?).
- Le problème du genre (les SG sont-ils potentiellement discriminatoires ?).
- Les coûts de développement des SG « sur mesure » (les plus réalistes) en font-ils un outil inaccessible aux petites structures ? [24]
- L'ordinateur ne peut pas reproduire fidèlement les réactions d'un véritable être humain tout comme il ne peut pas comprendre l'ensemble des inputs du joueur. Plus la réponse est subjective, moins l'utilisateur sera satisfait voire capable d'apprendre avec un jeu sérieux. Plus les interactions sont complexes, moins l'ordinateur sera capable de réagir de manière naturelle et réaliste aux inputs du joueur. L'emploi d'un mode de jeu multijoueurs repousse cette limite, mais ne peut pas la faire disparaître. Or une réponse devient subjective lorsque l'on commence à expérimenter, c'est-à-dire à tenter toutes les possibilités et observer le résultat. Les interactions, elles débutent lorsque l'on commence

à pratiquer, parce que l'ordinateur doit alors commencer à fournir des réponses et commencera à dévoiler ses limites si la pratique de la technique implique un être humain.

Nous notons cependant que le jeu sérieux n'est limité que si l'on a affaire à un contenu de type « science humaine ». Dans les cas des sciences dites «exactes», l'ordinateur peut être programmé pour rendre un résultat extrêmement crédible. Nous pouvons donc déclarer que :
« Le Serious Gaming n'est pas limité dans le cas des sciences exactes, et est limité selon le type de contenu dans le cas des sciences humaines ». [25]

Chapitre II

Systemes multi agents

Introduction

La recherche en informatique est conduite à développer des systèmes composés de plusieurs entités parmi lesquelles sont réparties des tâches complexes à exécuter. Cette approche de conception de systèmes, appelée approche distribuée, s'est développée dans les différentes branches de l'informatique. Ainsi, à partir de l'Intelligence Artificielle (IA) est née l'Intelligence Artificielle Distribuée (IAD) qui a elle-même engendrée les Systèmes Multi-Agents (SMA).

1. Historique sur les agents et les systèmes multi agents

En 1980, un groupe de chercheurs s'est réuni pour discuter des défis concernant la résolution "intelligente" de problèmes dans un système comportant plusieurs résolveurs de problèmes. Lors de cette réunion, il a été décidé que l'intelligence artificielle distribuée n'axerait pas ses travaux sur la façon de paralléliser les algorithmes centralisés mais plutôt sur le fait de savoir comment un groupe de solveurs de problèmes pourrait coordonner ses efforts afin de résoudre des problèmes de manière efficace.

Nous pouvons dire que les SMA ont vu le jour avec l'avènement de l'intelligence artificielle distribuée (IAD). À son début toutefois, l'IAD ne s'intéressait qu'à la coopération entre solveurs de problèmes afin de contribuer à résoudre un but commun. Pour y parvenir, on divisait en général, un problème en sous problèmes, et on allouait ces sous-problèmes à différents solveurs qui sont appelés à coopérer pour élaborer des solutions partielles. Celles-ci sont finalement synthétisées en une réponse globale au problème de départ. Ainsi donc, l'IAD au départ privilégiait le "problème à résoudre" tout en mettant l'accent sur la résolution d'un tel problème par de multiples entités intelligentes. Dans les SMA d'aujourd'hui, les agents sont (entre autres) autonomes, possiblement préexistants et généralement hétérogènes. Dans ce cas, l'accent est plutôt mis sur le fait de savoir comment les agents vont coordonner leurs connaissances, buts et plans pour agir et résoudre des problèmes. [27]

2. Agent

2.1.Définition d'un agent

- **Wooldrige**

Un agent est un système informatique situé dans un environnement, capable d'actions autonomes dans cet environnement afin d'atteindre des objectifs prédéfinis.

- **Ferber**

On appelle agent une entité physique ou virtuelle :

- Qui est capable d'agir dans un environnement,
- Qui peut communiquer directement avec d'autres agents,
- Qui est mue par un ensemble de tendances (sous la forme d'objectifs individuels ou d'une fonction de satisfaction, voire de survie, qu'elle cherche à optimiser),
- Qui possède des ressources propres,
- Qui est capable de percevoir (mais de manière limitée) son environnement,
- Qui ne dispose que d'une représentation partielle de cet environnement (et éventuellement aucune),
- Qui possède des compétences et offre des services,
- Qui peut éventuellement se reproduire,
- dont le comportement tend à satisfaire ses objectifs, en tenant compte des ressources et des compétences dont elle dispose, et en fonction de sa perception, de ses représentations et des communications qu'elle reçoit. [28]

- **Anne Nicole**

On appelle agent un système mécanique, biologique ou logiciel qui interagit avec son environnement. [29]

2.2.Les caractéristiques d'un agent

Situé : l'agent est capable d'agir sur son environnement à partir des entrées sensorielles qu'il reçoit de ce même environnement.

Autonome : l'agent est capable d'agir sans l'intervention d'un tiers (humain ou agent) et contrôle ses propres actions ainsi que son état interne.

Proactif : l'agent doit exhiber un comportement proactif et opportuniste, tout en étant capable de prendre l'initiative au bon moment.

Capable de répondre à temps : l'agent doit être capable de percevoir son environnement et d'élaborer une réponse dans le temps requis.

Social : l'agent doit être capable d'interagir avec des autres agents (logiciels ou humains) afin d'accomplir des tâches ou aider ces agents à accomplir les leurs. [30]

2.3. Les types d'agents

La granularité des agents impliqués dans une application varie selon deux écoles coexistantes aujourd'hui : l'école cognitive et l'école réactive. Suivant le type d'agent utilisé, nous parlerons de systèmes cognitifs ou de systèmes réactifs (voir le tableau 2). [28]

Systèmes d'agents cognitifs	Systèmes d'agents réactifs
Représentation explicite de l'environnement	Pas de représentation explicite
Peut tenir compte de son passé	Pas de mémoire de son historique
Agents complexes	Fonctionnement stimulus/réponse
Petit nombre d'agents	Grand nombre d'agents

Tableau 2: Comparaison entre Systèmes d'agents cognitifs et Systèmes d'agents réactifs.

2.3.1. Les agents réactifs

La première tendance, l'école "réactive", prétend qu'il n'est pas nécessaire que les agents soient intelligents individuellement pour que le système ait un comportement global intelligent. Des mécanismes de réaction aux événements, ne prenant en compte ni une explicitation des buts, ni des mécanismes de planification, ils peuvent alors résoudre des problèmes complexes.

2.3.2. Les agents cognitifs

L'autre tendance, l'école "cognitive", est la plus représentée dans le domaine que l'on appelle intelligence artificielle distribuée (IAD) car elle trouve son origine dans la volonté de faire communiquer et coopérer des systèmes experts classiques. Dans ce cadre, un système multi-agent est composé d'un petit nombre d'agents "intelligent". Chaque agent dispose d'une base de connaissance comprenant l'ensemble des informations et des savoir-faire nécessaires à la réalisation de sa tâche et à la gestion des interactions avec les autres agents et avec son environnement. On dit aussi que les agents sont "intentionnels", c'est-à-dire qu'ils possèdent des buts et des plans explicites leur permettant d'accomplir leurs buts. [28]

3. Systèmes multi-agents

3.1.Définition d'un système multi-agents

D'après Anne Nicole, Un Système Multi-Agents (SMA) comporte plusieurs agents qui interagissent entre eux dans un environnement commun. Certains de ces agents peuvent être des personnes ou leurs représentants (avatars), ou même des machines mécaniques en échangeant des messages via une infrastructure de réseau informatique. [29]

3.2.Caractéristiques d'un système multi-agent

Il existe des caractéristiques propres aux SMA, par rapport aux autres systèmes informatiques. Nous en fournissons une liste issue de la littérature, proposée par les auteurs de [30], un SMA possède la plupart des caractéristiques suivantes :

- **Distribution :**

Le système est modulaire, l'élément de base étant l'agent.

- **Autonomie :**

Un agent est en activité permanente et prend ses propres décisions en fonction de ses objectifs et de ses connaissances.

- **Décentralisation :**

- Les agents sont indépendants, il n'y a pas de décisions centrales valables pour tout le système.

- **Échange de connaissances :**

Les agents sont capables de communiquer entre eux, selon des langages plus ou moins élaborés.

- **Interaction :**

Les agents ont une influence localement sur le comportement des autres agents, généralement sur un pied d'égalité (il n'y a pas d'ordres, seulement des requêtes).

- **Organisation :**

Les interactions créent des relations entre les agents, et le réseau de ces relations forme une organisation qui peut évoluer au cours du temps.

- **Situation dans un environnement :**

Les agents sont ancrés dans un environnement, source de données, de contraintes et d'incertitude, lieu d'actions et d'influences entre agents. L'évolution du SMA est la combinaison des évolutions des agents et de l'environnement.

- **Ouverture :**

Le système échange des informations avec l'extérieur, des agents peuvent entrer et sortir du SMA ou encore être modifiés en cours d'évolution.

- **Émergence :**

Dans tous les SMA, une fonction globale est attendue à partir d'un ensemble de spécifications au niveau local de chacune des entités. Cette propriété du niveau global n'est pas programmée dans les agents et n'existe que par leurs interactions conduisant à des processus permanents de réorganisation.

- **Adaptation :**

Il est impossible de spécifier le but global et d'organiser les agents pour l'atteindre, ou même de prouver que le SMA réalise effectivement une fonction globale adéquate. Mais le système adapte son comportement à l'environnement en cours de fonctionnement, et offre une robustesse de ce comportement, à défaut d'une optimisation.

- **Délégation :**

L'utilisateur accepte de ne pas maîtriser le comportement de l'application globale, à défaut de pouvoir supporter la complexité liée à l'ensemble des décisions prises par les agents dans le système. Il délègue une partie du contrôle de l'application globale aux agents.

- **Personnalisation :**

Lorsqu'un agent représente un utilisateur, typiquement dans un SMA appartenant à la famille des systèmes intégrés dans un contexte plus large, il s'adapte à lui.

- **Intelligibilité :**

Les SMA proposent une manière naturelle de modéliser d'autres systèmes ou de mettre en œuvre des applications, ce qui les rend simples à appréhender pour un utilisateur extérieur.

3.3.Domains d'applications des SMA

Les domaines d'application des systèmes multi-agents sont particulièrement riches. Nous en citerons seulement les principales directions, toute recherche d'exhaustivité aboutissant à une sclérose a priori d'un domaine de recherche en pleine évolution.

Nous pouvons considérer qu'il existe cinq grandes catégories d'applications des systèmes multi-agents : la résolution de problèmes au sens large, la robotique distribuée, la simulation multi-agent, la construction de mondes hypothétiques et la conception génétique de programmes. [28]

3.3.1. La résolution de problèmes

Telle qu'elle avait été définie en Intelligence Artificielle, étendue à un contexte distribué. Dans ce cadre, l'objectif est de mettre en œuvre un ensemble de techniques pour que des agents, pertinents pour la résolution d'une partie ou l'ensemble du problème, participent de manière efficace et cohérente à la résolution du problème global.

3.3.2. Simulation multi agent

Les simulations dont l'objectif est la modélisation des phénomènes du monde réel, afin d'observer, de comprendre et d'expliquer leur comportement et leur évolution. Les systèmes multi-agents ont trouvé rapidement un champ extrêmement propice à leur développement dans le domaine de la modélisation des systèmes complexes ne trouvant pas de formalisation mathématique adaptée.

3.3.3. La construction de mondes synthétiques

La construction de monde synthétique ne permet pas la résolution de problème, et n'utilise pas d'agent physique et ne simulent aucun monde réel mais est une large part dans les recherches portant sur les systèmes multi-agents parce qu'elle permet d'analyser certains mécanismes d'interaction de manière plus fine que ne pourrait le faire une véritable application.

3.3.4. La robotique distribuée

La robotique distribuée porte sur la réalisation non pas d'un seul robot, mais d'un ensemble de robots qui coopèrent pour réaliser un travail. La robotique distribuée utilise des agents concrets qui se déplacent dans un environnement réel, il y a deux types de robotique est:

- **La robotique cellulaire** : s'intéresse à la constitution modulaire des robots. Dans ce cadre, un robot qui est représenté comme un système multi-agents, chacun de ses composants sera regardé comme un agent. La réalisation d'un travail est le résultat de la coordination d'un ensemble d'agents.

- **La robotique mobile** : contient au moins deux robots qui doivent coordonner leurs déplacements et coopérer à la réalisation des tâches telles que nettoyer le plancher, surveiller des bâtiments, intervenir pour secourir des personnes, réparer des canalisations ou explorer des espaces lointains ou dangereux.

4. Les plateformes existantes

Selon [31] Il existe plusieurs plateformes multi-agents utilisées dans la communauté. Elles fournissent une base d'algorithmes qui sont adaptées par les développeurs pour répondre à leurs problèmes de simulations, les différentes plateformes permettent de créer un ensemble d'agents et de les faire interagir entre eux. Les développeurs peuvent aussi choisir de développer tout le système sans faire appel à une bibliothèque ou une plateforme existante:

4.1. La plateforme Jade :

JADE (Java Agent Development Framework)

C'est une plateforme créée par le laboratoire TILAB (Telecom Italia). Cette plateforme permet le développement de systèmes multi-agents conformément aux normes FIPA (The Foundation for Intelligent Physical Agents). Elle est implémentée en JAVA.

4.2. La plateforme Madkit :

C'est une plateforme de SMA en Java proposée par Olivier Gutknecht et Jaques Ferber [28]. C'est une plateforme générique de conception et d'exécution des agents. Dans cette plateforme, les agents sont systématiquement définis par leurs groupes et leurs rôles.

On peut aussi citer plusieurs d'autres plateformes comme : Zeus, D-Mason, Netlogo, Gama, AgentBuilder, BORIS.NET, Jack MT et CORMAS. [32]

Conclusion

Nous sommes orientés avec les systèmes multi-agents pour leur caractère autonome et leur forte adaptabilité aux différents contextes de simulation. Donc le choix du paradigme simulation multi-agents, nous a poussés de découvrir la simulation participative dans le chapitre suivant.

Chapitre III

Simulation Participative

Introduction

Les simulations participatives et les jeux sérieux sont de puissants outils pédagogiques qui associent l'apprentissage par l'expérience et l'exploration des scénarios. D'un côté, les jeux sérieux mettent en avant le concept ludique pour un partage des savoirs efficace. Et d'un autre côté, les simulations participatives ciblent la réflexion collective au travers de scénarios que les participants vont vivre ensemble.

1. Définition de Simulation

La simulation est une branche très active de l'informatique qui consiste à analyser les propriétés de modèles théoriques du monde environnant. La physique, la chimie, la biologie, l'écologie, la géographie et les sciences sociales notamment font un grand usage des simulations pour essayer d'expliquer et de prévoir les phénomènes naturels.

Pour cela, les chercheurs de ces différentes disciplines construisent des modèles de la réalité, puis testent leur validité en les faisant "tourner" sur des ordinateurs. Généralement, ces modèles sont donnés sous la forme de relations mathématiques entre des variables représentant des grandeurs physiques mesurables dans la réalité. Les modèles les plus utilisés sont les équations différentielles, les matrices de transitions, etc. Elles reposent sur la définition d'une relation de cause à effet entre des variables d'entrées et des variables de sorties. [28]

La simulation est une reproduction du réel sous forme de modèle comprenant exclusivement les caractéristiques plaisantes et cruciales de l'activité (les fondamentaux), tout autre élément étant éliminé du modèle.

Elles permettent de sélectionner les dimensions pertinentes de la réalité pour renforcer l'implication et l'intérêt de l'enfant, et de renforcer les propriétés du jeu en tant qu'activité d'apprentissage sans risque. [21]

2. Définition de simulation Multi-agent

Elle est fondée sur l'idée qu'il est possible de représenter sous forme informatique le comportement des entités qui agissent dans le monde et qu'il est ainsi possible de représenter

un phénomène comme le fruit des interactions d'un ensemble d'agents disposant de leur propre autonomie opératoire.

Par exemple, dans un modèle multi-agent de population, nous représenterons directement les individus sous la forme d'agents et la quantité d'individus d'une espèce donnée sera le résultat des confrontations (coopération, lutte, reproduction) des comportements de tous les individus représentés dans le système.

L'intérêt de ces simulations est de pouvoir considérer aussi bien des paramètres quantitatifs (c'est-à-dire des paramètres numériques) que qualitatifs (des comportements individuels faisant éventuellement appel à des raisonnements stratégiques). [28]

2.1.Approches des simulations multi-agents

Il existe deux approches :

Empirique :

- Se rapprocher du réel.
- Conception, implémentation, vérification, validation.
- Lien avec la/les discipline(s) d'origine et ses chercheurs : il faut que cela apporte quelque chose (ex. explication, prédiction).

Normative :

- Création d'un monde artificiel.
- Pas de monde réel comme cible.
- Laboratoire virtuel où l'on fait se développer in silico des structures sociales (comportements, institutions)
- Trouver les mécanismes fondamentaux suffisants pour les faire émerger. [31]

2.2.Caractéristiques de la simulation Multi-Agents

Les principaux atouts de la simulation Multi-Agents résident dans sa modularité et son incrémentalité. La modularité autorise un ajout ou un retrait aisé d'un ou plusieurs agents. L'incrémentalité signifie que nous pouvons facilement améliorer et affiner les agents qui composent le système.

Dans une approche Multi-Agents, le comportement de chacun des agents est décrit par un algorithme. Par conséquent, le système est plus précis et mieux détaillé qu'une description plus globale incluant toute une population. [33]

2.3. Types de la simulation multi-agents

2.3.1. Simulation des systèmes complexes

La modélisation et la simulation des systèmes complexes constituent aujourd'hui un enjeu majeur dans de nombreux domaines de la société humaine. Elles permettent de tester des hypothèses, de les transmettre, de les exposer et d'en formuler de nouveaux contextes. Cet outil constitue ainsi pour les scientifiques un moyen d'investigation unique, quel que soit le domaine considéré. [33]

2.3.2. Simulation participative

Simulation participative est un « Jeu sérieux » qui peut être une application militaire, résolution de conflit, économie, sciences sociales...

Son principe est de mettre en situation dans un environnement virtuel sur lequel les participants peuvent agir, observer les effets et s'ajuster.

Ses intérêts pour l'étude de systèmes socio-écologiques [34]:

- Permet de parcourir les plages d'incertitude.
- Transparence des décisions et actions.
- Caractérisation des interactions.
- Boucles de rétroaction.
- Comportements adaptatifs.

Elle est entre simulation et jeux sérieux où des agents humains interagissent avec les agents logiciels (par exemple leur propre rôle)

Elle a 2 propriétés:

- Les agents logiciels participent à la simulation comme les humains (ne sont pas des fournisseurs de services).

- Les humains interagissent à travers le SMA comme des agents [34]

L'un des premiers domaines dans lequel on voit apparaître la notion de simulation participative concerne les sciences sociales. Notamment dans le cadre de la gestion de ressources naturelles et de leurs liens avec les populations. [35]

La « simulation participative » suppose la participation des experts comme acteurs dans des JdR qui simulent un phénomène ou une situation réelle. Les trois sections qui suivent résument l'utilisation des JdR pour trois objectifs de recherche différents, la quatrième discutant des JdR entièrement médiés par ordinateur. [36]

- **Jeux de rôles pour l'entraînement**

Le plus prédominant parmi les modes d'utilisation des JdR pour la recherche et dans des processus de développement est celui de l'entraînement. Il vise à placer des joueurs dans des situations réalistes afin de les entraîner à réagir à des conditions spécifiques ou à se familiariser avec les autres joueurs.

- **Jeux de rôles pour l'apprentissage interactif**

Les tendances actuelles dans les systèmes d'aide à la prise de décision collective s'orientent vers l'apprentissage social, avec des méthodes interactives, nécessitant des outils et plateformes spécifiques. Ces outils favorisent l'apprentissage par interactions et dialogues. Dans le jeu Stratagène, visant à faciliter les négociations entre « dépositaires » dans la gestion des ressources phytogénétique, les scientifiques acquièrent des connaissances sur les processus de gestion en jouant le jeu avec les « dépositaires », ou autrement dit, en interagissant avec ces derniers dans des situations simulées.

Ces jeux, considérés comme des méthodes interactives d'apprentissage, caractérisent la configuration du groupe à partir des situations réelles. Pour les joueurs, l'apprentissage peut alors concerner comment interagir avec les autres. Par exemple, des interactions sociales complexes, comme l'établissement de consensus, peuvent être simulées par un JdR dans lequel les gens agissent comme des représentants des groupes sociaux et jouent ainsi des rôles spécifiques.

- **Jeux de rôles pour l'aide à la discussion**

Certains JdR servent d'outil d'aide à la discussion, en fournissant une représentation et une simulation des scénarios des règles collectives. Ils offrent un canal additionnel de communication entre les chercheurs, qui est, de plus, contrôlable et ouvert. En apportant une connaissance commune, ils peuvent empêcher ainsi des conflits dûs à des malentendus ou à de fausses déclarations.

- **Jeux de rôles informatiques**

La plupart des JdR utilisés jusqu'à présent pour la recherche ne sont pas entièrement sous forme d'un logiciel, et les principaux supports utilisés sont des cartes, des tables ou des tableaux. Par contre, dans le secteur des jeux vidéo, les enfants s'habituent déjà à des JdR distribués, soit sur des réseaux d'ordinateurs soit sur Internet. Pour pouvoir utiliser les agents computationnels comme nous l'entendons, il faut implémenter des JdR entièrement informatisés et ces jeux doivent être distribués pour faciliter, comme dans un jeu vidéo, la participation de plusieurs personnes. Les JdR sont illustrés dans la Figure suivante.

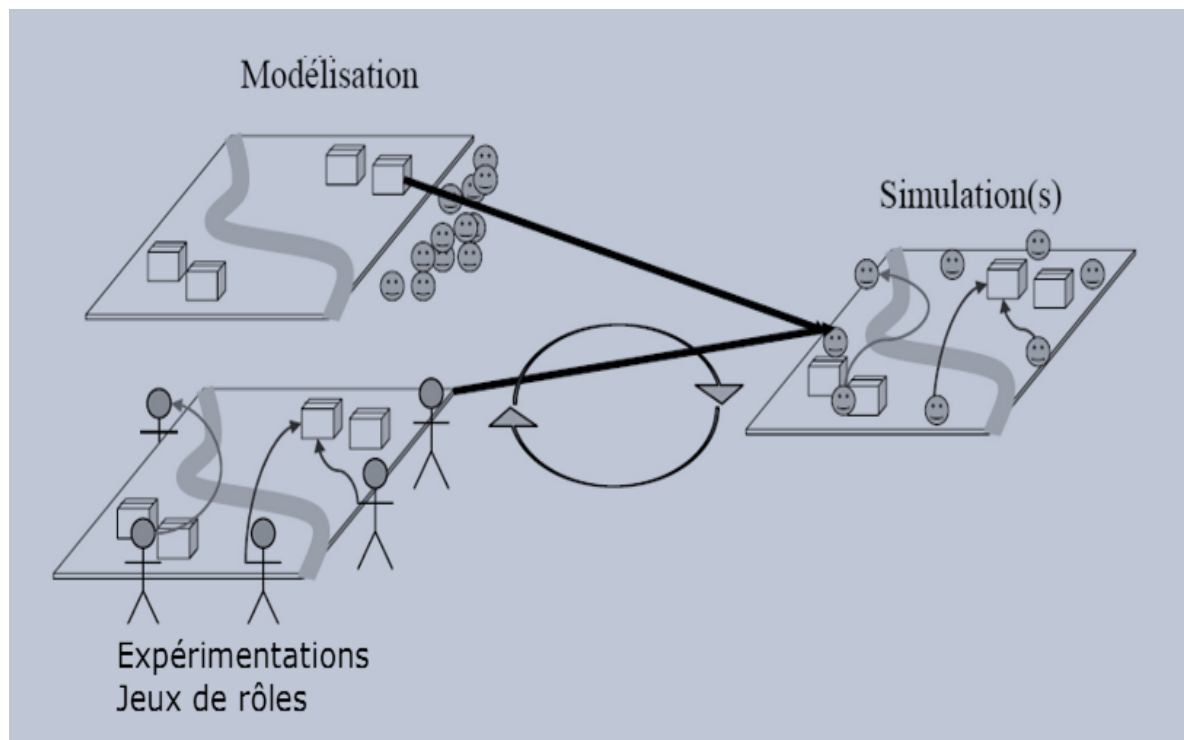


Figure 4: Simulation participative (Jeux de rôles informatiques).

3. Exemples

- **Biologie** : dynamique des populations.
- **Poissons** : Le Page, Le Fur...; fourmis : Drogou , De Neubourg
- **Maladies** : AIDS, Dengue, Cancer.
- **Simulation urbaine** : Projet Terra Dynamia, Vanbergue (SimBogota).
- **Ecologie** : Bousquet (Cormas), Commod, Drogoul (IRD), Deffuant (LISC), Ferrand (CEMAGREF) ...
- **Economie** : ACE MAGECO WorkSim.
- **Sciences sociales, comportements humains** : Projet SMACH, structures sociales, processus sociaux, influence sociale, organisations d'entreprises, gestion des ressources renouvelables, comportements collectifs, gestion des ressources renouvelables, normes et lois.
- **Robotique collective** :RoboCup, RoboCupRescue.
- **Gestion de crises** : catastrophes naturelles (évacuation, secours...), attaques terroristes (ex. bactériologiques).[31]

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté la simulation participative qui combine les jeux sérieux avec les systèmes multi-agents, deux termes qui vont améliorer non seulement l'enseignement pédagogique mais aussi tous les autres domaines.

Chapitre IV

Etat de l'art sur les simulations
participatives des situations d'urgences
médicales

Introduction

L'objectif de ce chapitre est de donner un panorama des principales simulations participatives et les techniques utilisées dans le domaine médical et en particulier la gestion des risques. Les simulateurs seront décrits en suivant un même plan pour faciliter leur comparaison à travers un tableau comparatif et une brève discussion sur ce que nous avons étudié. Des perspectives à court, moyen et long termes seront ensuite exprimées avant de conclure ce chapitre.

1. Présentation des simulateurs participatifs

1.1.Staying Alive

Staying Alive[37] développé par iLuMENS est un jeu sérieux destiné à la formation des gestes de premiers secours en cas d'arrêt cardiaque (la figure 5).

Le jeu dispose de 2 niveaux seulement. Dans le premier, votre collègue victime d'un malaise s'écroule sur le sol tandis que dans le 2eme niveau, un membre de votre équipe de football s'effondre lors de l'entraînement. Vous avez 4 minutes pour les sauver en appelant les secours, effectuer un massage cardiaque et utiliser un défibrillateur. Pour jouer il suffit juste de cliquer au bon moment pour effectuer le massage cardiaque ou pour utiliser le défibrillateur.

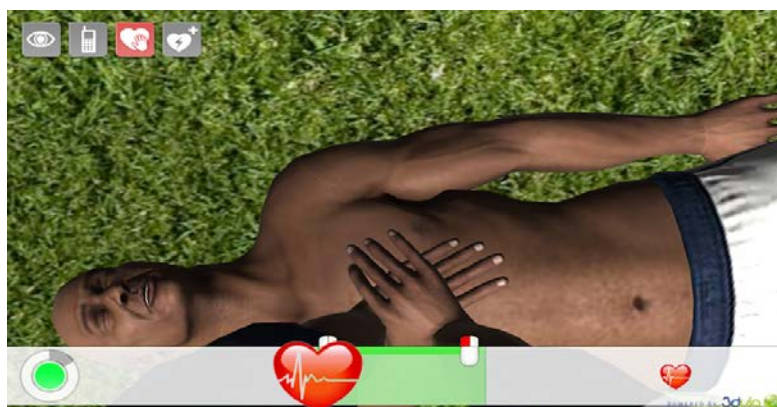


Figure 5: Capture d'écran du jeu Staying Alive.

1.2. LISSA

LISSA IfeSupport Simulation Application [38] est un jeu sérieux avec des actions tournant autour d'une situation d'urgence médicale représentée dans un environnement virtuel 3D. Le joueur doit sauver la victime en appliquant les actions de RCP qui sont évaluées et utilisées pour mettre à jour le score du jeu. Une fois le jeu terminé, LISSA renvoie un rapport

de performances. Ce jeu est utilisé pour compléter l'enseignement de la RCP, comme il est présenté dans la figure 6.



Figure 6: Capture d'écran du jeu LISSA.

1.3.SiMFOR

SIMOFR (SIMulator of FORests)[39], un jeu sérieux pour la formation des non-professionnels à la gestion des risques, développé par la société SII en partenariat avec la société Pixxim , en répondant à l'appel à projet Serious Gaming lancé par le secrétaire d'état chargé de la Prospective et du développement de l'économie numérique. C'est une approche ludique et originale de l'apprentissage de la gestion des risques sous forme d'un jeu sérieux.

SIMFOR est adapté aux besoins des acteurs de la formation et permettant aux apprenants de se former à la gestion des risques majeurs en intégrant l'aspect multi-intervenants. La figure suivante illustre la capture d'écran de SIMFOR.



Figure 7: Capture d'écran du jeu sérieux SIMFOR.

1.4.HERA

Amokrane propose un outil de formation pour les sites SEVESO. HERA (Helpful agent for safety training in virtual environment)[40], cette application traite l'évaluation des apprenants et possède un module de rejouer appelé "trace de l'apprenant". Cette simulation se base principalement sur le modèle de domaine et le modèle pédagogique. Dans le but de gérer les erreurs de l'apprenant, HERA intègre un modèle d'erreurs. La figure suivante présente HERA.



Figure 8: Capture d'écran du jeu sérieux HERA.

1.5.EMSAVE

EMSAVE ("Emergency Medical Services for the disABled" Virtual Environment)[41], ou sa capture est présentée dans la figure 09, est un système de réalité virtuelle pour la formation des procédures médicales d'urgence concernant les personnes handicapées. Il permet aux joueurs de faire l'expérience des situations d'urgence impliquant des personnes handicapées. Le joueur peut choisir les actions à effectuer parmi un ensemble de possibilités qui dépend d'un niveau de difficulté.

La simulation dans EMSAVE est basée sur un ensemble de scénarios prédéfinis, chacun mettant l'apprenant face à un patient ayant besoin de soins particuliers. Les apprenants doivent effectuer un ensemble d'exams et de traitements en suivant les procédures un premier secours adapté. A chaque étape, un ensemble d'actions est proposé à l'apprenant par le biais d'un menu. S'il choisit une action appropriée, l'environnement s'anime et évolue en appliquant les effets de l'action. Dans le cas contraire, le système fournit à l'apprenant un rapport résumant la situation et donnant des indices sur l'action correcte.

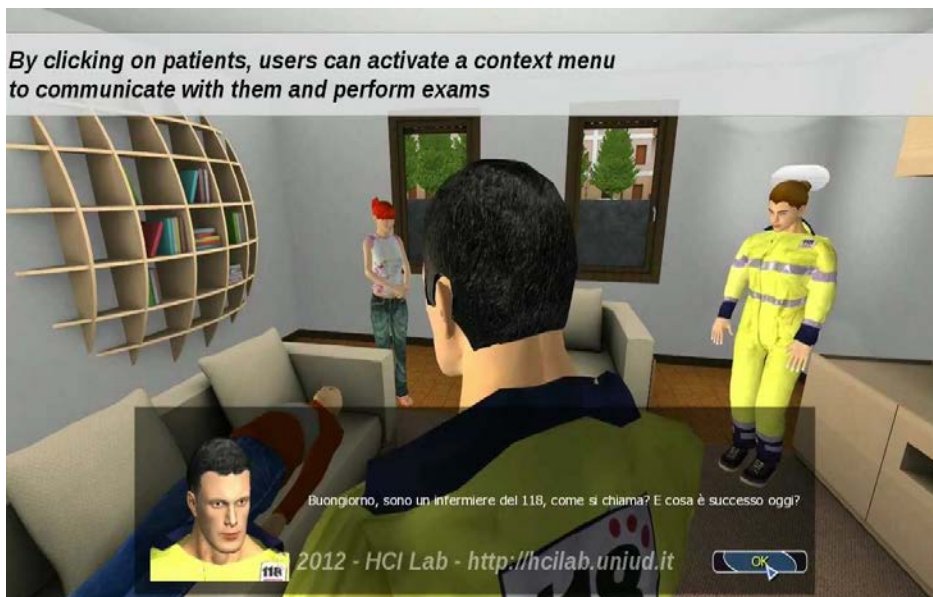


Figure 9: Capture d'écran du jeu sérieux EMSAVE.

1.6.Pulse !!

Pulse !! [42] est un jeu de simulation destiné aux professionnels de la santé, ce dernier leur permet de s'entraîner et de pratiquer sans que cela nuise aux patients. Les joueurs travaillent dans un hôpital virtuel où ils répondent à des situations d'urgence, diagnostiquent et traitent les patients comme ils le feraient dans le monde réel. Ce jeu a été en partie développé

par la Texas A&M University, Corpus-Christi (voir la figure 10).



Figure 10: Capture d'écran du seriousgame Pulse ! !

1.7.Patient Rescue

Patient Rescue[43](la figure 11) est un jeu de simulation développée par TruSim, une division de BlitzGames Studios. Celui ci vise à former des étudiants en médecine en reproduisant l'inconfortrencontré par les patients en difficulté, afin qu'ils identifient les signes de détresse dupatient avant qu'il ne soit trop tard. Le jeu génère automatiquement un nouveau patient à chaque fois qu'il est lancé ; leurcondition est basée sur des données médicales fournies par les cliniciens au Royaume-Uni et a été développé en partenariat avec le comté de Durham et Darlington NHS FoundationTrust. Il y a deux modes de jeu, passif, où un joueur est capable de voir l'état d'un patientse détériorer puis mourir dans des conditions données, et interactif, où la tâche du joueurconsiste à utiliser des outils d'évaluation pour déterminer la meilleure action possible pourstabiliser l'état du patient. Le jeu se termine lorsque le patient est dans un état stable oumort. Un écran de rétroaction montre aux joueurs les bonnes et les mauvaises décisionsqu'ils ont faites, ce qui leur manquait pour réussir mais aussi les décisions potentiellementdangereuses.



Figure 11: Capture d'écran du seriousgame Patient Rescue.

1.8.Triage Trainer

Triage Trainer [44] propose à l'utilisateur de s'exercer au triage, l'initie au processus de priorisation du traitement. Le jeu se déroule quelques instants après l'explosion d'une bombe dans une rue animée, où il y a de nombreux civils blessés nécessitant un traitement, le joueur doit suivre des protocoles préalablement établis pour décider quels patients soigner. Dans les essais contrôlés à travers le Royaume-Uni, le jeu s'est avéré significativement meilleur par rapport à la méthode d'apprentissage traditionnelle, dans le développement de la précision, la priorisation des victimes, et l'aide qu'il apporte aux étudiants afin qu'ils puissent suivre le bon protocole dans leur prise de décision.

Tout comme Patient Rescue le jeu est en développement depuis plusieurs années déjà et c'est TruSim, une division de Blitz Games Studios qui assure son développement. Il bénéficie d'investissements à hauteur de plusieurs millions de dollars et ce de manière continue afin de bénéficier de la technologie de pointe 3D. Ce jeu n'est pas encore disponible à ce jour, seule

une vidéo de démonstration est présente sur le site des développeurs traiter en premier. La capture d'écran du seriousgame Triage Trainer est présentée dans la figure 12.



Figure 12: Capture d'écran du seriousgame Triage Trainer.

2. Comparatif et synthèses

2.1. Tableau comparatif entre différents simulateurs des situations d'urgences médicales

Dans le tableau 03, il y a la comparaison des différents simulateurs étudiés précédemment selon les différents critères proposés pour une meilleure prise en charge des situations d'urgences médicales.

Simulateurs	Public visé	Le cas d'urgence	collaboration	Adaptation	Evaluation	Sensibilisation	Cognition
Staying Alive	Tout public	Arrêt cardiaque	Non	Non	Non	Non	Non
LISSA	Spécialistes du domaine	Arrêt cardiaque	Non	Non	Oui individuelle	Oui	Non
SIMFOR	Tout public	Situation d'urgence médicale (incendie)	Non	Oui	Oui Individuelle et collective	Non	Non
HERA	Spécialistes du domaine	Gestion des risques	Non	Oui	Oui individuelle	Non	Non
EMSAVE	Spécialistes du domaine	Situation d'urgence médicale	Oui	Non	Oui individuelle	Non	Non
Pulse ! !	professionnels de la santé	Situation d'urgence médicale	Non	Oui	Oui individuelle	Non	Pas mentionné
Patient Rescue	professionnels de la santé	Situation d'urgence médicale	Non	Non	Oui individuelle	Non	Oui Prise de décisions
Triage Trainer	professionnels de la santé	Situation d'urgence médicale	Non	Non	Non	Non	Oui Prise de décisions

Tableau 3 : comparatif entre différents simulateurs des situations d'urgences médicales.

2.2. Discussion et synthèse

Le tableau illustre plusieurs simulateurs participatifs en 3D qui traitent les situations d'urgences médicales. Deux d'entre eux concernent le grand public, tandis que le reste est destiné uniquement aux professionnels du domaine. On remarque que seulement deux simulateurs «Staying Alive simulator» et «LISSA simulator» permettent de faire face à l'urgence cardiaque, puisqu'il est essentiel de savoir réaliser les gestes adéquats pour sauver les vies des victimes de cette situation. Le reste des jeux sérieux sont destinés aux cas d'urgences pour la santé en général. Nous voyons que presque la majorité des simulateurs sont jouables en solo, donc n'exploitent pas la collaboration des joueurs, sauf EMSAVE qui est multi joueurs et collaboratif. L'adaptation du jeu aux profils des joueurs est très utile pour les simulateurs médicaux. Elle est présentée uniquement dans SIMFOR, HERA et Pulse ! !

La sensibilisation aux gestes de base à pratiquer en cas d'urgence médicale est obligatoire, et cette caractéristique est assurée par LISSA, est ignorée par tous les autres jeux. L'évaluation est présente dans la majorité des jeux étudiés, même si l'évaluation individuelle revient plus souvent que l'évaluation collective, qui est considéré utile dans SIMFOR seulement.

ET pour gagner un temps précieux dans les prises de décision des urgences, la cognition est présente dans les deux simulateurs participatifs Patient Rescue et Triage Trainer.

Bien que ce genre de simulateurs participatifs présente pas mal d'aspects positifs, beaucoup d'entre eux doivent néanmoins être améliorés, que ce soit en ajoutant de nouvelles fonctionnalités ou en améliorant celles déjà présentes.

Notre comparaison a également révélé qu'il n'y a pas un simulateur participatif qui englobe toutes les fonctionnalités nécessaires aux urgences médicales. L'objectif que nous avons est de garder l'aspect SG des jeux étudiés (mécanismes, environnement 3D, ...) en y incorporant des propriétés intrinsèques aux SMA, qui influent sur la qualité de notre travail.

Conclusion

Comme ce chapitre l'a présenté, les simulateurs participatifs médicaux se révèlent être des outils intéressants pour la formation notamment grâce à la flexibilité intrinsèque de cette technologie. Dans ce contexte, nous avons étudié huit simulateurs, les observer, les comparer et les analyser selon cinq points de vue différents. Donc, nous allons essayé d'intégrer tous les points positifs des jeux sérieux étudiés pour développer un jeu sérieux sur l'arrêt cardiaque qui sera implémenté dans un environnement 3D, en améliorant leurs points faibles tel que l'évaluation collective des apprenants dans le cadre d'un apprentissage de tâches cognitives et

collaboratives. Sans oublier d'ajouter la sensibilisation et adapter le jeu aux profils des joueurs.

Chapitre V

Le simulateur participatif FASim

Conception

Introduction

Ce chapitre essaiera de répondre aux questions établies en fin du chapitre précédent, les questions subsistantes faisant émerger une problématique de recherche qui fera l'objet de notre contribution principale. Dans ce cadre, notre recherche consiste à traduire les besoins en spécifiant comment notre simulateur participatif pourra les satisfaire. Ensuite, à la mise en œuvre du "seriousgame" en situations d'urgences médicales, en ciblant le cas de l'arrêt cardiaque (voir l'annexe C). Où les chances de survie sont quasi nulles, si aucun soin n'est pratiqué dans les minutes qui suivent l'arrêt cardiaque. Donc, quelle que soit la cause, les gestes qui sauvent sont les mêmes et ils doivent être entrepris de toute urgence.

1. Le problème de la gestion des urgences médicales

Selon Mr Benmoussa Larbi, le directeur du bureau de la wilaya d'Oran du Croissant-Rouge algérien (CRA), La culture de secourisme et de formation des gestes des premiers secours est en train de se développer chez le citoyen oranais qui prend de plus en plus conscience de l'importance de ces soins pour les personnes en danger surtout lors des premières minutes qui suivent n'importe quel accident(voir l'annexe D).

Dans ce contexte, nous allons avoir besoin d'un système qui peut répondre aux enjeux que représentent de telles situations, dont la valeur du temps se joue sur plusieurs rythmes où la rapidité dans les cas d'urgences est très importante, ainsi que l'adaptation aux évolutions des connaissances enseignées, en plus l'intelligence qui est un élément clé pour la prise des décisions en une période de temps bien déterminée, sans oublier l'évaluation au sein de la formation des gestes de premiers secours et la sensibilisation pour transmettre un savoir bien choisi. Pour ce point, nous devons trouver un moyen pour y remédier et qui englobe toutes ces contraintes pour approfondir les connaissances basiques du domaine.

Le fait de regrouper des critères différents dans le même système est une fonctionnalité importante et qui n'est pas facile. Donc, la question qui se pose, est: comment introduire toutes ces caractéristiques dans le même Framework ? C'est la problématique à laquelle nous sommes confrontés.

2. Les objectifs du simulateur proposé

Nous allons proposer un simulateur participatif en utilisant le même outil et de profiter des points forts des systèmes multi-agents (SMA) en intégrant les caractéristiques les plus

importantes dans ce volet de recherche comme la collaboration, l'adaptation, la cognition, l'évaluation et la sensibilisation. Pour cela, les objectifs du simulateur proposé sont :

- La présentation d'une application de l'approche de la simulation participative pour maîtriser les gestes des premiers secours au grand public (les professionnels et les non professionnels).
- La conception d'un SMA collaboratif où les acteurs actifs du jeu se collaborent pour le même but final.
- l'adaptation du contenu au profil du joueur afin de renforcer ses connaissances en domaine choisi.
- La proposition d'un système cognitif pour le cas d'urgence choisi, qui nécessite une certaine intelligence pendant la simulation.
- L'évaluation des joueurs d'une façon individuelle et collaborative pendant la simulation.
- La sensibilisation des gens pour sauver leur vie et la vie des autres en apprenant les gestes des premiers secours, en créant une formation basique et culturelle au joueur apprenant.

3. L'architecture du simulateur proposé

Notre système combine entre les jeux sérieux et les systèmes multi-agents, en composant un simulateur participatif en 3D qui répond aux exigences suivantes :

Il est multi-joueurs où les acteurs actifs du jeu doivent se collaborer entre eux pour ne pas freiner et gagner le temps qui est très important pour les cas d'urgence. Il doit permettre l'accompagnement et l'évaluation des apprenants dans leur formation.

La simulation des comportements humains des NPC dans une situation donnée. Il doit être capable de s'adapter au profil du joueur et aux évolutions des connaissances enseignées. Sans oublier la prévention des dangers, qui est un excellent moyen pour en réduire sa gravité.

Dans ce contexte, FASim se base sur un système modulaire illustré dans la figure 13.

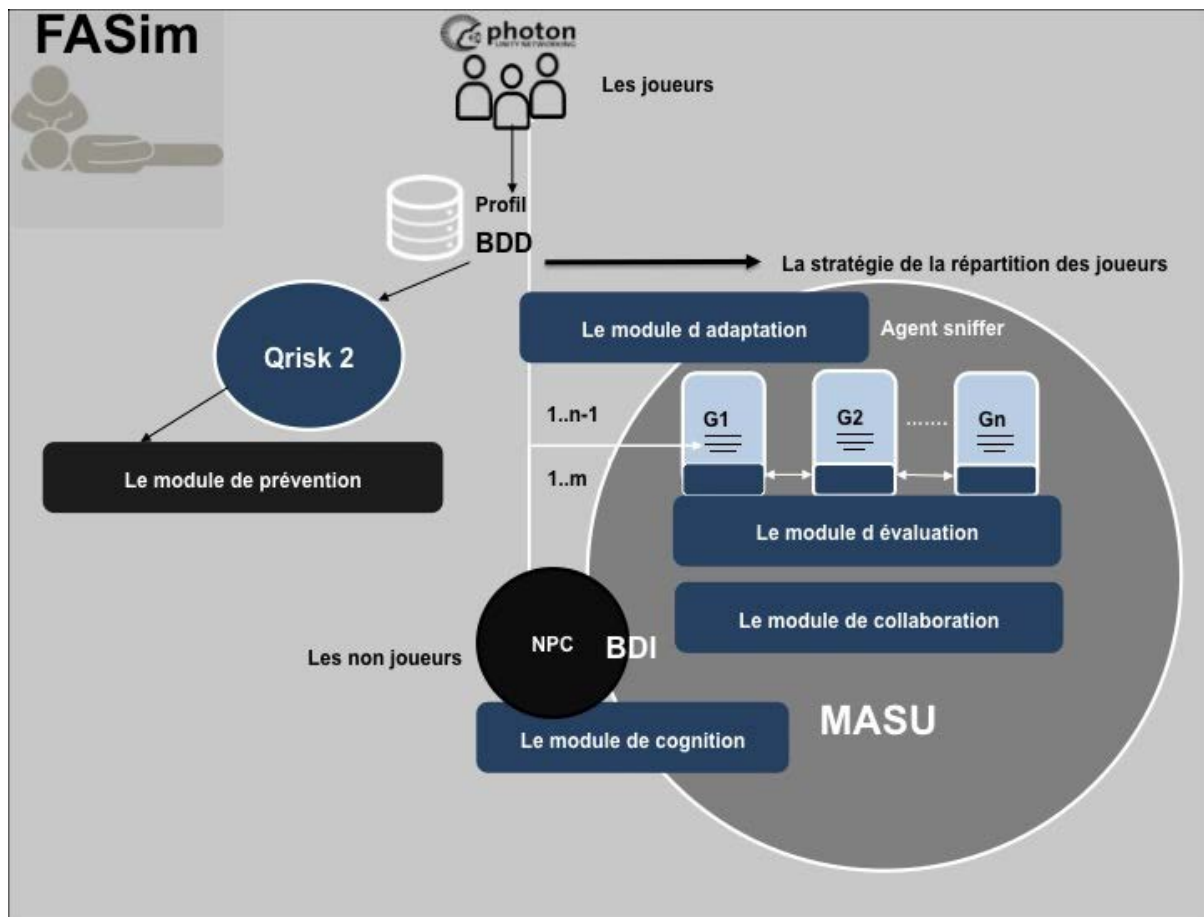


Figure 13:Architecture générale de FASim.

Le projet FASim comme tous les autres jeux sérieux. Ses composants principaux sont:

A. Les acteurs

Nous avons au préalable défini brièvement les acteurs impliqués dans FASim, ainsi que leur rôle. Dans cette sous-section nous discuterons de leurs architectures respectives et des modules qui les composent. Tous les personnages du jeu (joueurs compris) partagent la même architecture de base (voir la figure 14).

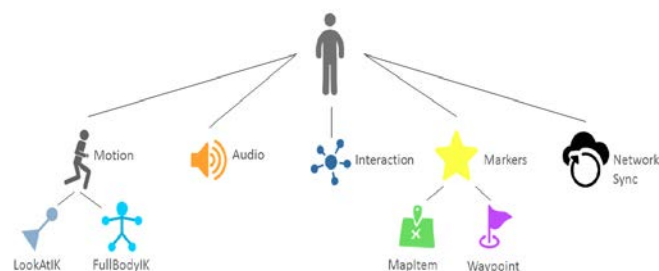


Figure 14:les composants de base d'un personnage.

- **LeMotionController** : pour faire simple, ce composant gère littéralement tous les faits et gestes du personnage. Il prend en référence l'Animator (l'interface qui sert à contrôler le système d'animation de Unity (Mecanim)), pour naviguer entre les différents états, en passant en paramètre les entrées provenant des périphériques d'entrée (dans le cas du joueur), autrement c'est l'IA qui s'en charge. En plus de l'Animator, ce module gère le NavMeshAgent (un composant qui, une fois fixé à un personnage mobile dans le jeu lui permet de naviguer dans la scène en s'aidant d'un algorithme de pathfinding et un algorithme d'évitement de collision). Faisant de ce module, un composant d'une importance capitale. La figure 15 illustre un exemple d'un mélange d'états dans un Animator Controller.

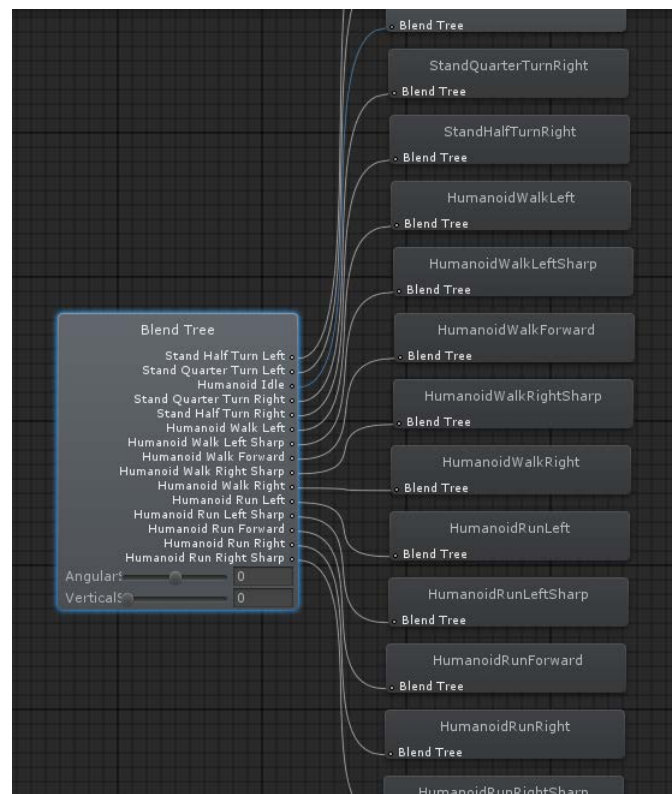


Figure 15:exemple d'un mélange d'états dans un Animator Controller.

- **LookAtIK** : gère une hiérarchie d'os du personnage pour faire face à une cible. Le suffixe IK se rapporte à l'utilisation des équations cinématiques pour déterminer les paramètres qui fournissent la position souhaitée de l'effecteur (figure 16).

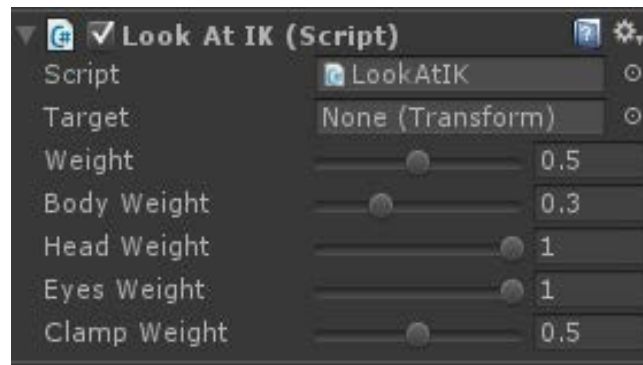


Figure 16: le LookAtIK

- **FullBodyIK** : permet de créer des poses et des animations naturelles pour les personnages. Au lieu d'utiliser une seule équation IK pour chaque membre, le FullBodyIK permet de déplacer et de faire pivoter chaque partie du corps d'un personnage, le reste du corps suit alors naturellement ces mouvements (figure 17).



Figure 17:le FullBodyIK.

- **L'AudioController** : gère tous les effets sonores que peut produire un personnage, allant des dialogues aux bruits de pas.
- **L'InteractionController** : gère toutes interactions du personnage avec son environnement.
- **Les Marqueurs** : pour naviguer dans un monde aussi vaste que le monde réel, il est important d'avoir des repères pour mieux s'orienter.

MapItem : permet de localiser le personnage sur la carte, de mettre à jour sa position, sa rotation, etc, relativement aux autres objets qui composent son environnement.

Waypoint : permet de marquer et de localiser le personnage à l'écran, d'afficher des informations complémentaires sur son emplacement, son état, etc.

- **Le NetworkSync** : comme son nom l'indique, ce composant permet de synchroniser des informations de nature différente (Des informations comme la position du joueur, sa rotation, son action courante, etc.) sur le personnage en temps réel, en utilisant différentes techniques afin d'optimiser les performances globales du réseau (figure 18).

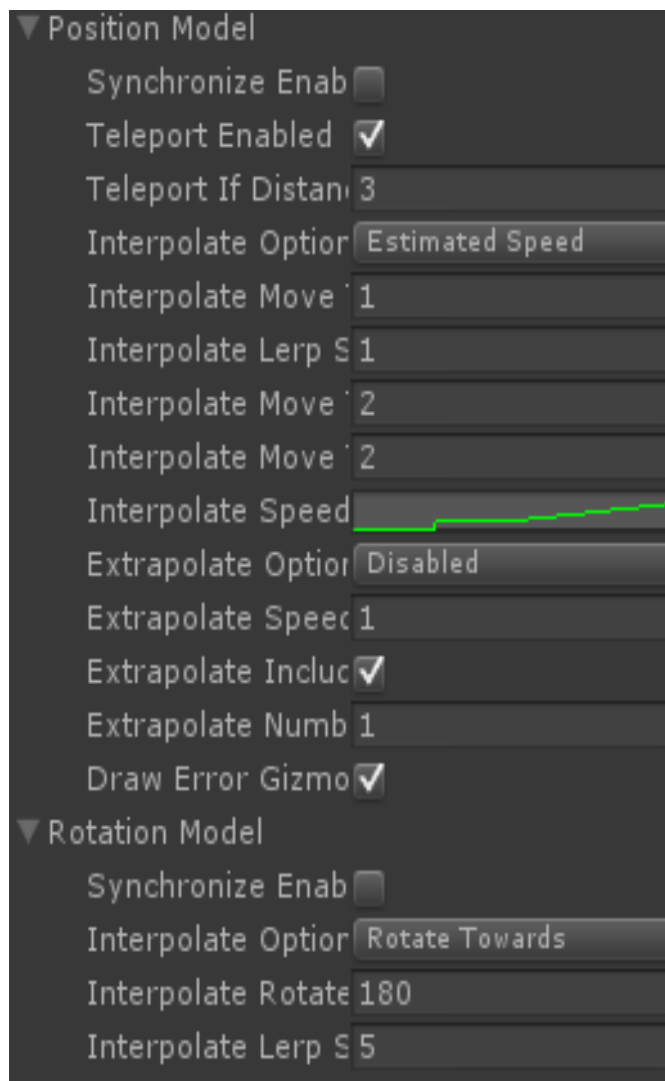


Figure 18:Le NetworkSync.

Maintenant que nous avons fait le tour sur les composants principaux partagés par l'ensemble des personnages, nous allons passer aux composants spécifiques à chaque type de personnage.

- **Les Joueurs**

En plus d'étendre tous les composants de base d'un personnage, le joueur dispose d'un composant supplémentaire qui est le Camera Controller (figure 19), ce composant gère les caméras du joueur, les effets visuels et tout ce qui s'en rapporte. Passer d'une perspective de vue à une autre, etc...

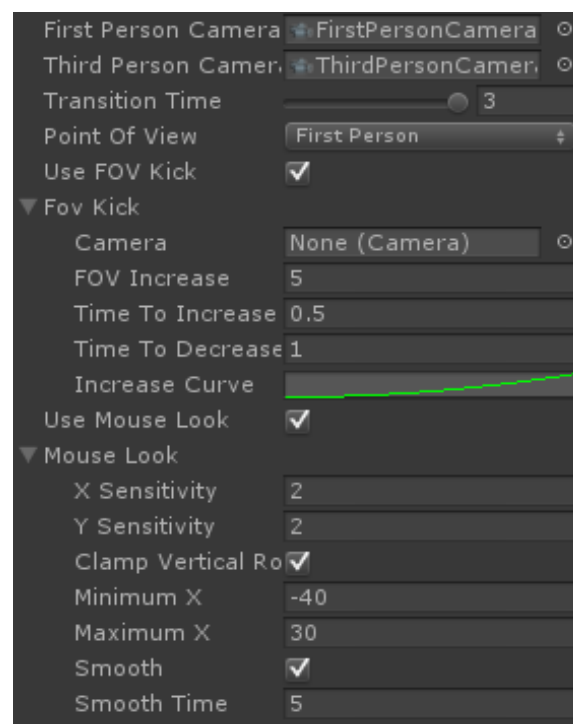


Figure 19:le Camera Controller.

- **L’NPC**

L’NPC est doté d’un composant qui lui est propre, et qui plus est d’une importance capitale:

L’AIController : ce composant gère l’IA du NPC, s’aidant de deux composants pas moins important: les Sensors (ou capteurs).

L’AudioSensor : détecte les signaux sonores provenant de l’environnement.

Le VisualSensor : détecte tout ce qui se trouve dans le champ de vision du NPC.

B. Le réseau

Pour que le jeu soit multi-acteurs, il faut avant tout qu'il soit connecté. Pour cela nous avons eu recours au package XE412, qui combine avec brio la facilité d'utilisation du module réseau de Unity et la performance et la fiabilité du Photon Cloud. Exporter son projet sur toutes les plateformes prises en charge par Unity est désormais possible avec la sortie récente de la version 5.x de l'éditeur. PUN (Photon Unity Networking)[45]répond parfaitement à toutes nos attentes, et est donc compatible avec toutes nos exigences.

PUN est une API qui ré-implémente et améliore les fonctions réseau intégrées à Unity. Et comme la figure présente, nous allons l'utiliser pour les raisons suivantes (voir la figure 20):

- Les jeux photon sont hébergés dans le cloud. Dispose de serveurs localisés un peu partout dans le monde. Ces derniers garantissent une faible latence et des délais aller-retour très courts.
- Architecture client-serveur.
- Multi plate forme.
- Photon est super flexible: vous pouvez faire correspondre un utilisateur iOS Game Center avec une personne utilisant Google Play Services.
- Supporte n'importe quel type de jeu.
- Gratuit.



Figure 20: Les caractéristiques de l'API PUN.

C. Les bases de données

Pour structurer et stocker nos données, nous avons opté pour des bases de données SQLite. Principalement pour leur portabilité. Pour des raisons de performance, nous avons décidé d'avoir non pas une, mais deux bases de données distinctes:

La **BDD1** sert entre autre à la traduction du contenu en différentes langues. A l'heure actuelle trois langues sont disponibles: l'arabe, l'anglais et le français.

La **BDD2** (figure 21) sert quant à elle à stocker des données propres aux joueurs: identifiants, évaluations, etc...

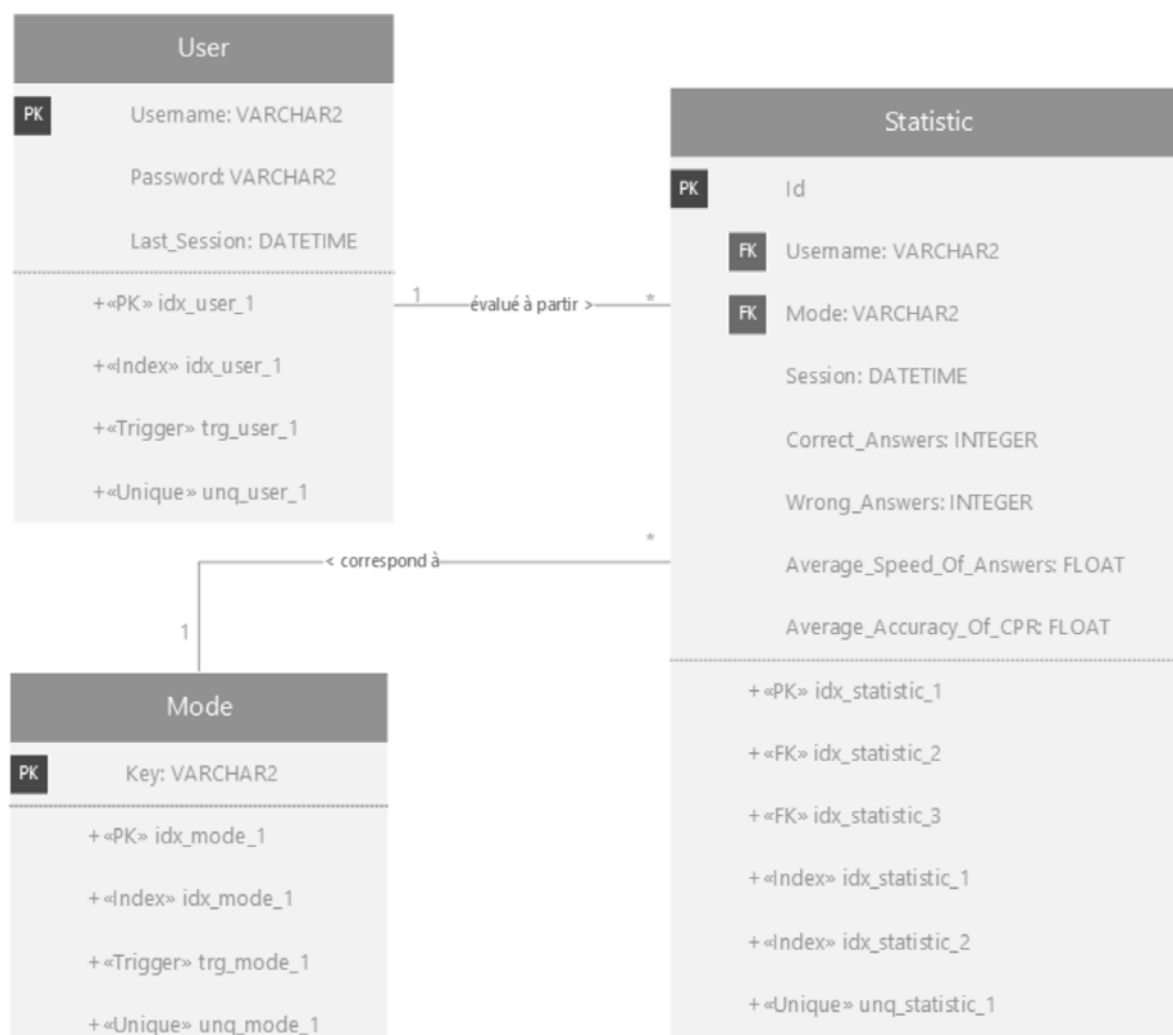


Figure 21 : La modélisation UML de la BDD2.

D. Le système multi-agents

Notre contribution consiste à réaliser un simulateur participatif pour une situation d'urgence médicale qui combine le jeu sérieux avec le systèmes multi-agents adéquat c'est-à-dire deux plateformes hétérogènes.

Nous ne pouvons parler de jeux sérieux sans citer Unity 3D [47](sous C#), une plateforme de développement des jeux sérieux 2D/3D en temps réel qui n'utilise qu'un seul thread. Contrairement à la plateforme Jade [46] qui repose essentiellement sur le multi-threading. Cet outil répond aux normes FIPA97, et fourni des classes pour la définition du comportement des agents. L'outil possède trois modules principaux (nécessaire aux normes FIPA). Le DF « directorfacilitator » fournit un service de pages jaunes à la plateforme. Le ACC « agent communication chanel » gère la communication entre les agents. Le AMS « agent management system » supervise l'enregistrement des agents, leur authentification, leur accès et utilisation du système. Les agents communiquent par le langage FIPA ACL. Un éditeur est disponible pour l'enregistrement et la gestion des agents.

En conséquence, l'émergence de la nouvelle sous problématique : comment on peut résoudre le problème de l'hétérogénéité des deux plateformes utilisées?

Cette limitation à ces deux plateformes hétérogènes peut s'expliquer de trois façons :

- a) **Etablir une communication par sockets** : Cette solution illustrée dans la figure 22, consiste à lancer simultanément deux plateformes hétérogènes : Unity et Jade, puis initier une communication par sockets (entre le serveur photon et le client JADE).

Selon [48] la socket est une API, utilisé pour connecter deux application sur une même machine ou deux machines déferentes interconnectées dans un réseau local ou même un réseau Internet.

Cependant, cette méthode connaît beaucoup d'inconvénients, en voici quelques-uns :

- Obligation d'installer la Java Virtual Machine (JVM).
- Baisse de performance : en effet la JVM est gourmande en mémoire.
- Problèmes de sécurité : Problèmes de fiabilité.
- Les plugins pour les plateformes mobiles (Jade-Leap entre autre) ne sont plus maintenus et donc fortement dépassés.
- L'incompatibilité avec les consoles de salon.

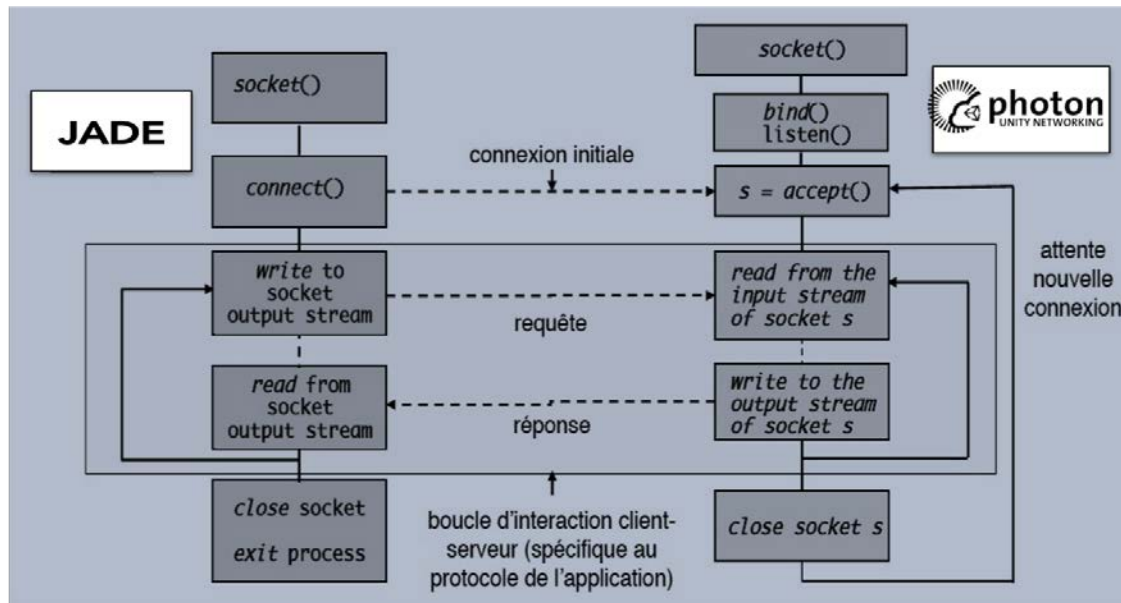


Figure 22: Etablissement d'une communication par sockets.

- b) **Partager Boris dans Unity** : Cette deuxième solution consiste à partager des Framework orientés agent (jade, Boris, etc...) dans la plateforme Unity. Nous avons essayé avec Jade-Leap pour la compatibilité C#, android, etc... mais la bibliothèque est complètement dépassée. Nous avons essayé aussi avec une bibliothèque C# (la seule orienté agent) nommée Boris, mais ça n'a rien donné non plus. Alors, cette solution manque de formalisme et de validation, donc, elle semble discutable.

La plateforme BORIS.NET [49] est une plateforme de programmation multi-agents basée sur Microsoft .NET. Il existe une extension de Boris qui permet le développement des systèmes multi-agents dans les langages .NET tels que C # et VB.NET.

- c) **Implémenter MASU (Multi Agent System for Unity)**: Cette solution sert à implémenter notre propre API (application Programming Interface), que nous avons nommé Multi-Agent System for Unity (MASU). Inspirée de la plateforme Jade, cette dernière est écrite en C# et est adaptée pour Unity 3D. Pour répondre au problème de threading, nous faisons donc appel aux coroutines[50]. Une coroutine est une fonction qui a la capacité de mettre en pause son exécution et de renvoyer le contrôle à Unity, puis de reprendre son exécution à la trame suivante là où elle s'était arrêtée. Depuis la sortie de Unity 2017, il existe une option expérimentale qui permet de passer à .NET 4.6, et donc d'utiliser la programmation asynchrone via `async-await`. Mais les équipes

de Unity n'ont rien annoncé sur la possibilité de la migration vers `async-await`. Pour cela nous préférons bien souvent gérer les instructions à travers les coroutines. Cette solution est assez convaincante.

4. la modélisation UML de MASU

La figure 23 désigne la modélisation UML de MASU, l'API n'en est qu'à ses prémisses... Cependant, les gains constatés en performance sont plus qu'encourageants.

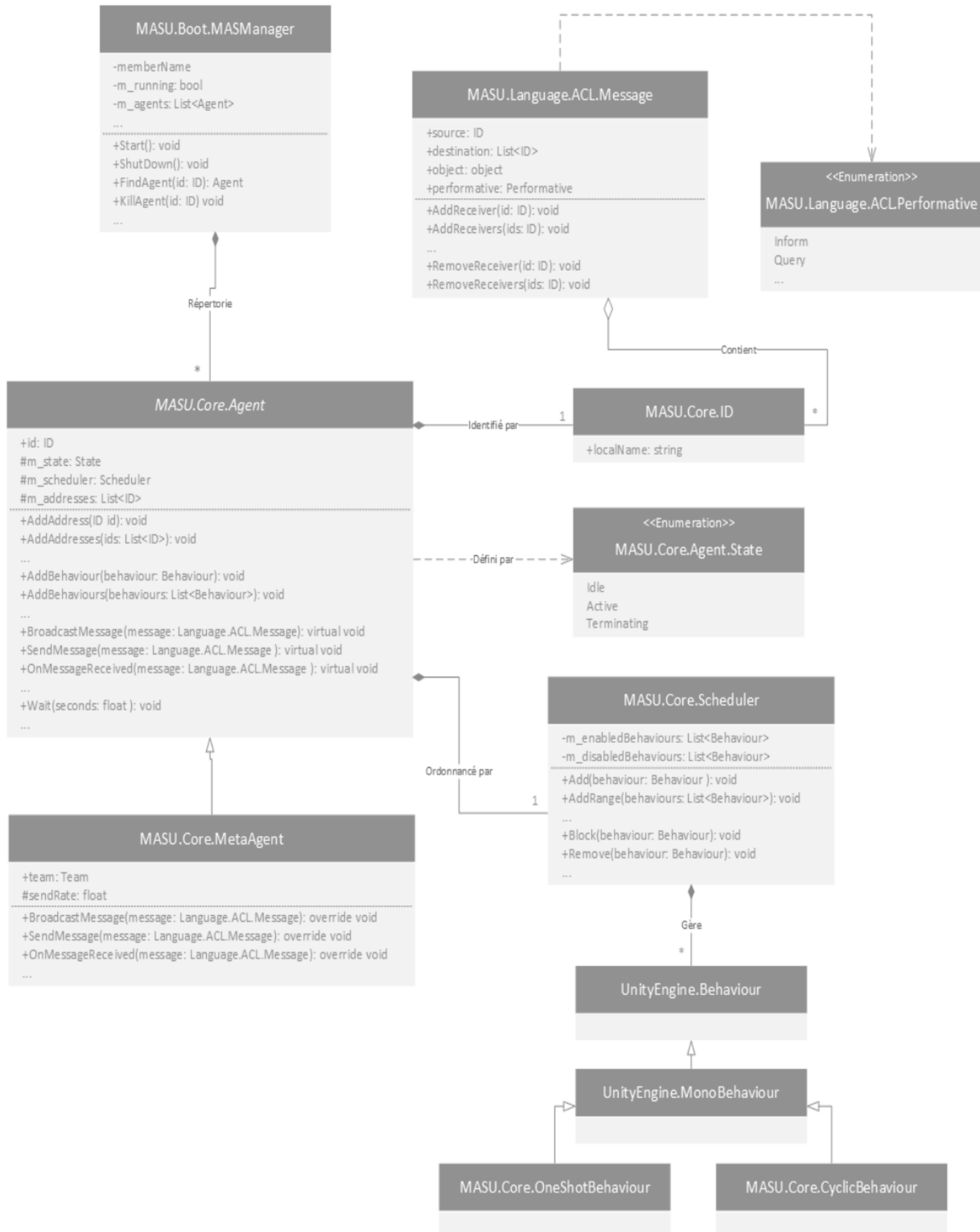


Figure 21: La modélisation UML de L'API MASU.

5. Les modules de MASU

MASU englobe les modules suivants :

- **Module de cognition**
- **Module d'adaptation**
- **Module de collaboration**
- **Module d'évaluation**
- **Module d'intervention et de sensibilisation**

5.1.Cognition dans MASU

La cognition ou l'intelligence joue un rôle très important dans les simulations sociales, par exemple le simulateur POLYA [51] qui propose un modèle multi-agent, où le modèle cognitif des individus s'articule autour d'une théorie centrale issue de la psychologie sociale. Alors les agents perçoivent les actions entreprises par les acteurs sociaux. Les croyances portant sur ces actions sont interprétées individuellement, mémorisées ou non selon un certain degré de rétention. L'évaluation de ces connaissances forme et impacte les attitudes. Une autre approche s'intègre dans le projet MAELIA [52], elle consiste à implémenter un agent de type BDI originale, basée sur l'utilisation de la théorie des fonctions de croyance dans la simulation multi agents du comportement des agriculteurs.

D'après ces travaux connexes, nous essayons d'enrichir le comportement des agents cognitifs de MASU par des capacités d'interaction et de communication. Dont la cognition est un élément essentiel pour la simulation participative, où le joueur doit être flexible, il change son comportement ou son but selon la situation. Afin d'assurer cette flexibilité, l'agent doit être doté par trois caractéristiques :

- La réactivité : la capacité de l'agent de percevoir son environnement et répondre aux différents changements apparus dans le temps adéquat.
- La pro-activité : la capacité de l'agent de prendre l'initiative en démontrant des comportements orientés objectifs.
- La sociabilité : la capacité de l'agent d'interagir avec les autres agents en utilisant un langage de communication.

Les décisions dans le secourisme doivent être rapides et précises et cela nécessite un raisonnement pratique fourni par l'intégration de l'agent intelligent de type BDI (qui fait partie

de MASU) dans les NPCs. Ces derniers, on leur dispose un controller d'IA (assuré par l'agent délibératif de MASU) doté de capteurs visuels et auditifs pour garantir sa proactivité.

Les agents possèdent une fonction qui permet d'évaluer l'utilité de chaque action. Contrairement à l'architecture des agents cognitifs où les agents posent des actions aléatoires lorsqu'ils n'étaient pas en mesure d'atteindre leurs buts, les agents BDI peuvent déterminer l'action (ou les actions) à effectuer pour se rapprocher le plus possible du but à atteindre. Cela signifie que lorsqu'un agent ne peut pas atteindre son but en posant une action, alors il sélectionnera l'action qui se rapprochera le plus possible du but à atteindre ou l'action qui lui permettra d'atteindre ce but le plus rapidement (le point le plus ciblé dans toutes les situations d'urgence). Dans ce contexte, notre système se caractérise par les trois composants de base des agents BDI qui permettent de capturer l'interprétation courante du raisonnement humain: les croyances représentant le savoir de l'agent sur son environnement et son propre état interne; les désirs ou plus précisément les buts (des désirs que l'agent veut réaliser); et les intentions qui sont l'ensemble des plans ou séquences d'actions que l'agent veut suivre afin de réaliser ses buts.

Comme la figure 24 présente, dans notre cas l'agent BDI comprend une file d'événements (les actions), en stockant les événements internes du système, les croyances (connaissances de l'agent), une librairie de plans (savoir-faire de l'agent), une pile de désirs (objectifs de l'agent) et une pile d'intentions (plans instanciés pour atteindre les objectifs). Le cycle de l'interpréteur BDI commence par l'actualisation de la file d'attente des événements et des croyances de l'agent. Il active ensuite de nouveaux désirs en sélectionnant les plans de la bibliothèque, afin que notre agent ait la possibilité de décider en exécutant la première action sélectionnée de la pile des intentions, et ainsi de suite, afin de construire et enrichir sa base de connaissances.

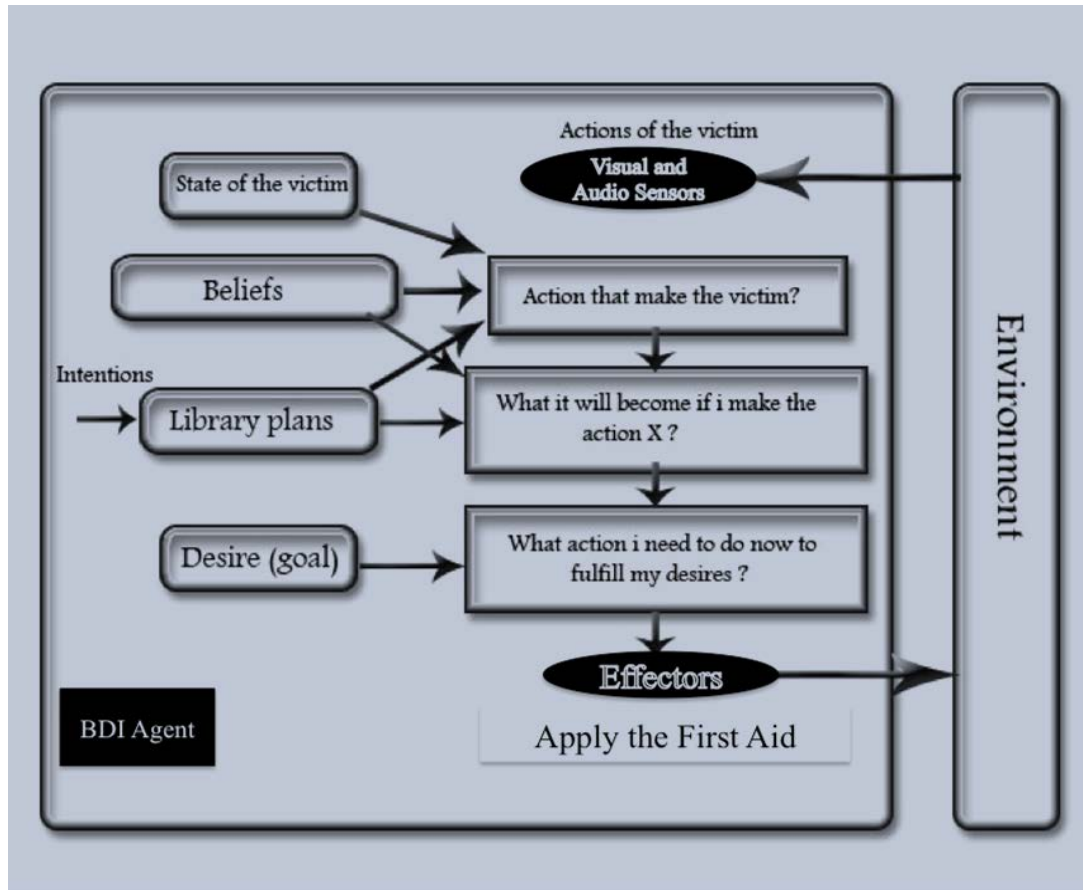


Figure 22: The BDI NPC.

5.2.Adaptation dans MASU

L'adaptation dans le contexte des jeux sérieux collaboratifs doit prendre en considération les aspects « sérieux » liés aux objectifs de formation. Par exemple les auteurs de [53] proposent une technique multi agents d'adaptation pour la création dynamique de scénarios de jeux narratifs interactifs. Et par le même outil, les auteurs de [54] ont conçu un système multi agents adaptatif pour la distribution de l'intelligence dans un Smart Grid (un système moderne d'électricité).

Ce module peut être considéré comme un processus qui est capable de s'adapter au profil du joueur et aux évolutions des connaissances enseignées, en modifiant dynamiquement l'ordre d'apparition et de présentation des épreuves et des questions au joueur-apprenant. Ce processus a besoin en entrée du taux d'erreurs commises par le joueur, ainsi que d'autres données du profil et donne comme résultat le scénario adéquat, en cherchant les informations suivantes:

- **Les connaissances de l'apprenant** : on utilise le model quantitatif de recouvrement (Overlay model) [55], fondé sur une représentation conceptuelle des concepts globales du domaine. Les connaissances du joueur sont un sous ensemble pondéré des connaissances de l'expert du domaine.
- **Le centre d'intérêt de joueur** : la recherche des informations dans le profil de l'apprenant dépend des intérêts du joueur ainsi que les objectifs de la formation.
- **L'observation de l'agent sniffer**: on le met dans un environnement dynamique, disant un tableau circulaire, il doit détecter les actions pour aller les ramasser en sauvegardant les traces de son parcours.

Cette approche adaptative (la figure 25) évalue le profil du joueur, en présentant le taux de défaites. Ce taux concerne les difficultés trouvées par le joueur-apprenant à réaliser les objectifs et à répondre correctement et à temps aux différentes questions pour évaluer son profil, cette évaluation du profil est faite par l'agent sniffer de l'API MASU. Comme son nom l'indique, Sniffer est une application créée pour suivre les messages échangés dans le système, en visualisant leurs enchaînements.

Le taux de défaites est considéré dans le système du jeu comme un tableau de structure de données, les cases de ce tableau sont constituées de quatre champs dont :

- Le premier est l'indice qui représente un danger précis;
- Le second est le taux d'erreur, ce champ s'incrémente à chaque fois que le joueur échoue dans une épreuve, ne répond pas correctement à une question ou est dépassé par le temps;
- Le troisième est le nombre de questions auxquelles le joueur n'a pas encore répondu ou n'a pas su répondre correctement;
- Et le quatrième est le nombre d'épreuves que le joueur n'a pas réussi ou n'a pas encore rencontré.

Ce tableau est trié par ordre décroissant selon le taux d'erreurs commises.

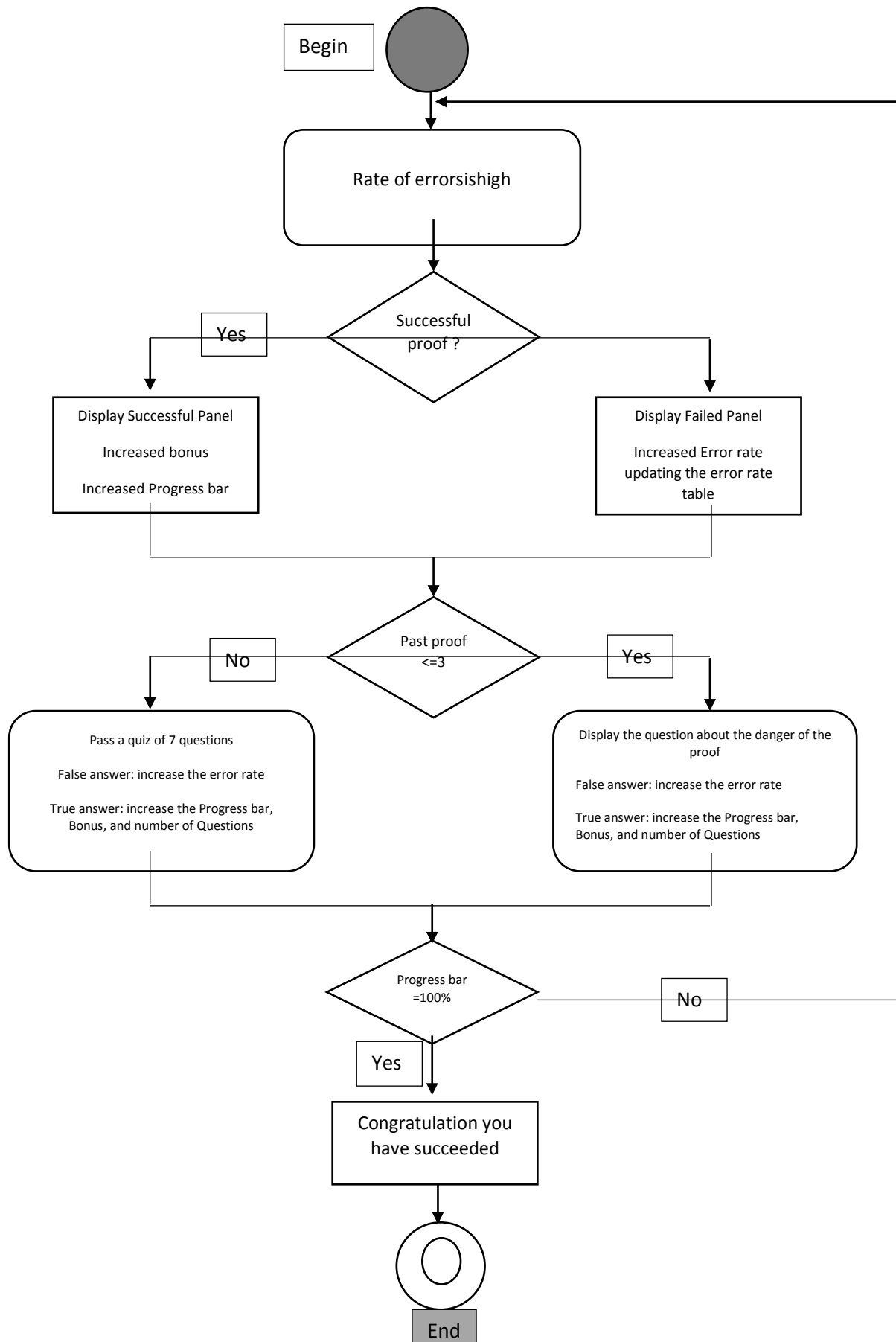


Figure 23:Diagramme d'activité de FASim adaptatif.

La figure précédente représente un diagramme d'activité expliquant le processus d'adaptation du "serious game" au profil du joueur-apprenant.

Grâce à cette approche on ne peut prévoir à l'avance comment le jeu va se dérouler et finir, fournissant ainsi au joueur l'assimilation de nouvelles notions des gestes de premier secours.

A partir des données qui lui sont fournies par l'agent Sniffer de l'architecture MASU et le taux d'erreur concernant le cas de danger, il envoie les étapes de secourisme adéquates à générer au service de génération procédurale qui est responsable de rendre le jeu dynamique et de générer les différentes possibilités.

5.3.Intervention et sensibilisation dans MASU

Selon le calcul du taux de risque par Qrisk2 (voir l'annexe B), si le taux est élevé, un message s'affiche pour avertir le joueur du danger venu, et pour le sensibiliser de la nécessité de se former des soins de premiers secours pendant la simulation participative.

Un tutoriel est proposé au début du jeu illustré dans la figure suivante. Cette opération d'intervention et de sensibilisation aux gestes qui sauvent les vies des personnes permet d'informer les joueurs de toutes les situations qui peuvent survenir au quotidien comme l'arrêt cardiaque.

QRISK2

Dans la perspective d'offrir aux joueurs l'expérience la plus riche et la plus réaliste possible, nous avons eu l'idée d'implémenter QRISK2 [56].

```

public static class QRISK2
{
    0 references
    public static double Calculate(Civilian.Attribute.Ethnicity ethnicity,
                                  int age,
                                  Character.Attribute.Gender gender,
                                  Civilian.Status.Smoking smokingStatus,
                                  double systolicBloodPressure,
                                  double ratioCholesterolHDL,
                                  double bodyMassIndex,
                                  bool familyHistoryCVD,
                                  double townsendDeprivationScore,
                                  bool treatedHypertension,
                                  bool rheumatoidArthritis,
                                  bool chronicRenalDisease,
                                  Civilian.Status.Diabetes diabetesStatus,
                                  bool atrialFibrillation)
    {
        return gender == Character.Attribute.Gender.Female ?
            cvd_female_raw(age,
                           atrialFibrillation,
                           rheumatoidArthritis,
                           chronicRenalDisease,
                           treatedHypertension,
                           diabetesStatus == Civilian.Status.Diabetes.Type1,
                           diabetesStatus == Civilian.Status.Diabetes.Type2,
                           bodyMassIndex,
                           (int)ethnicity,
                           familyHistoryCVD,
                           ratioCholesterolHDL,
                           systolicBloodPressure,
                           (int)smokingStatus,
                           10,
                           townsendDeprivationScore)

            : cvd_male_raw(age,
                           atrialFibrillation,
                           rheumatoidArthritis,
                           chronicRenalDisease,
                           treatedHypertension,
                           diabetesStatus == Civilian.Status.Diabetes.Type1,
                           diabetesStatus == Civilian.Status.Diabetes.Type2,
                           bodyMassIndex,
                           (int)ethnicity,
                           familyHistoryCVD,
                           ratioCholesterolHDL,
                           systolicBloodPressure,
                           (int)smokingStatus,
                           10,
                           townsendDeprivationScore);
    }
}

```

Figure 24:L'implémentation de QRISK2.

La figure 26 représente la fonction principale de l'algorithme, cette dernière sera appelée périodiquement durant une partie afin de calculer en temps réel la probabilité d'avoir un arrêt cardiaque, en ayant comme entrée les variables évoquées dans l'annexe. Suivant le sexe du personnage, la fonction principale fera appel à la sous fonction: `cvd\_female\_raw` ou bien `cvd\_male\_raw`. Ce sont les parties où se font le plus important des calculs (les multiplications par les coefficients relatifs aux facteurs de risque). Nous n'allons donc pas développer l'ensemble de l'algorithme ici, compte tenu de sa taille (qui est relativement importante).

Nous avons donc lié à chaque NPC (non participant) un profil qui étend le profil contenant les informations de base d'un personnage. Ce nouveau profil, en plus des informations basiques, contient les informations cliniques de ce dernier. Vous l'avez sûrement deviné, ce sont ces informations là qui seront passées en paramètre à la fonction principale de l'algorithme mais l'équation officielle n'est pas disponible.[57]

5.4.Collaboration et évaluation dans MASU

Notre but est de faire l'évaluation individuelle et collaborative des joueurs puisqu' il y a la collaboration entre les différents éléments (joueurs et non joueurs) d'un même groupe et assurer la concurrence entre les différents groupes.

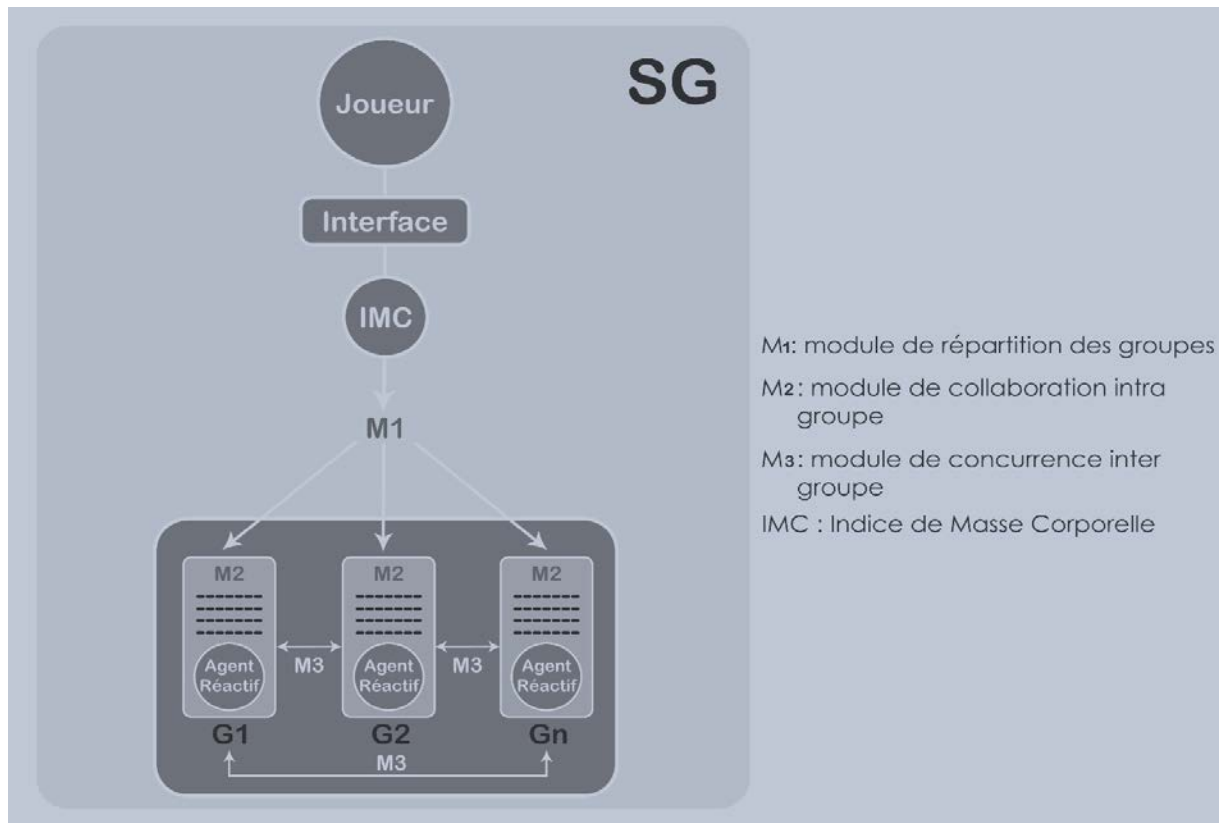


Figure 25: le module d'évaluation et le module de collaboration selon un des paramètres de Qrisk (IMC).

Comme il est mentionné dans la figure précédente, le module d'évaluation est composé de trois sections :

- **Section de répartition**

Cette section permet de faire la répartition des joueurs en groupe selon un algorithme QRISK2. Les informations de chaque joueur inscrit seront stockées dans une base de données. Nous avons calculé le taux de risque pour chaque acteur actif, et en fonction de ces résultats, nous pouvons prendre une décision sur leur état. La méthode de la répartition des groupes se fait avec deux manières : aléatoire et personnalisée. Dans la répartition personnalisée, nous allons utiliser les paramètres de l'algorithme Qrisk (l'âge, le tabagisme ou l'IMC...)

- **Section de collaboration intra groupe**

Pour cette section, la collaboration entre les éléments du même groupe utilise les messages assurés par les agents réactifs de la plateforme MASU. Chaque joueur a la possibilité d'envoyer et réceptionner des messages des joueurs de son groupe et en même temps l'impossibilité de voir les messages des joueurs concurrents (de l'autre groupe).

- **Section de concurrence intergroupe**

Dans cette section, nous avons utilisé la notion du score de chaque groupe, où les joueurs du même groupe peuvent voir leur score et en plus le score de l'autre groupe. Cela oblige les joueurs à être plus performants pour remporter la victoire contre l'autre groupe.

Les Méta-Agents

Comme nous l'avons déjà mentionné précédemment, les méta-agents sont les agents responsables de la collecte et de l'échange d'informations sur l'état courant d'une partie. Ces derniers envoient alors des paquets à intervalle réguliers et affichent leur contenu dans le canal public par appel d'RPC (voir la figure 28), la fonction RPCest responsable de l'affichage d'informations dans le canal publique.

```
[RPC]
Oreferences
void AddActivityLogMessage_RPC(string message)
{
    while (m_messages.Count >= m_maxActivityLogMessages)
    {
        m_messages.RemoveAt(0);
    }

    m_messages.Add("[ " + DateTime.Now.ToString("HH:mm:ss") + " ] " + message);

    string activityLogText = string.Empty;

    foreach (string msg in m_messages)
    {
        activityLogText += msg + "\n";
    }

    HUDManager.instance.DisplayActivityLog();
    HUDManager.instance.SetActivityLogText(activityLogText);

    m_activityLogTimer = m_activityLogVisibilityTime;
}
```

Figure 26:La fonction RPC.

6. Le cas d'urgence choisi dans FASim.

Tout d'abord, il faut savoir que FASim se veut d'être une simulation au vrai sens du terme, car contrairement aux autres simulations, ce dernier n'est pas ``basé scénario". Concrètement, cela veut dire que (à l'exception du tutoriel d'initiation qui fait partie du module de prévention) chaque évènement qui se déroule dans le jeu est unique; généré de manière totalement aléatoire, et qu'aucune situation n'est donc prédéfinie.

Tout d'abord par manque de temps, car avouons-le la création d'un jeu en 3D requiert beaucoup d'expertise. Sans compter le fait que c'est un processus très long qui nécessite souvent plusieurs années pour obtenir des résultats satisfaisants. Il nous fallait donc choisir un cas, et ce dernier nous a semblé évident.

En effet, les maladies cardiovasculaires sont la principale cause des décès prématurés et une cause majeure d'handicap dans le monde. Malheureusement, la plupart des victimes d'un arrêt cardiaque(voir l'annexe C)en dehors d'un hôpital ne reçoivent pas la RCP(voir l'annexe A), ce qui réduit considérablement leurs chances de survie. Pourtant la technique est relativement simple à apprendre, et qui permettrait en plus de sauver des vies en procurant un traitement de base à la victime en attendant l'arrivée des secours.

Il est important de savoir qu'un arrêt cardiaque soudain diffère sensiblement d'une crise cardiaque. Un arrêt cardiaque soudain se produit lorsque les impulsions électriques du cœur deviennent rapides ou chaotiques. Le cœur cesse alors brusquement de battre. Une crise cardiaque survient lorsque l'apport sanguin à une partie du muscle cardiaque s'arrête. Une crise cardiaque peut provoquer un arrêt cardiaque.

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons décrit le fonctionnement de notre simulateur participatif ainsi que sa structure et cela en passant en revue l'architecture de tous les composants du système, en présentant toutes les étapes de conception de méthodologie de résolution de notre problème. Et en proposant l'architecture du jeu sérieux lui-même. Dans le chapitre suivant, nous présenterons les différents scénarios de la simulation ainsi que quelques expérimentations.

Chapitre VI

Expérimentations et résultats

Introduction

FASim est un prototype qui permet l'exécution distribuée des tâches pendant le secourisme de l'arrêt cardiaque grâce au déploiement d'un SMA collaboratif, adaptatif, évaluatif et cognitive, en réduisant le temps de secourisme qui est un élément clé dans ce type de situations d'urgences. Dans ce chapitre, nous corroborerons les contributions mises en avant dans cette thèse au travers de quelques expérimentations de notre système.

1. Expérimentations et résultats

Une fois le jeu lancé, l'utilisateur (dans ce cas le joueur) se retrouve directement dans le menu.

1.1. L'authentification



Figure 27:L'authentification.

Chaque joueur est identifié de manière unique (voir la figure 29), c'est un prérequis essentiel. En effet, chaque joueur devra être évalué non seulement individuellement mais aussi de manière collective. Ainsi, les informations collectées constituent son histoire.

Le joueur qui ne possède pas encore de compte, il peut aisément et en toute simplicité créer son propre compte. Dans l'authentification, l'application Qrisk2 lancera un calcul pour avertir le joueur du risque d'avoir une crise cardiaque dans les 10 prochaines années, pour cela, nous avons lié à chaque NPC un profil contenant les informations de base de caractère et il contient également les informations cliniques de ce dernier (comme le montre la figure 30). Vous l'avez probablement deviné, cette même information qui sera passée en paramètre à la fonction principale de l'algorithme Qrisk2.

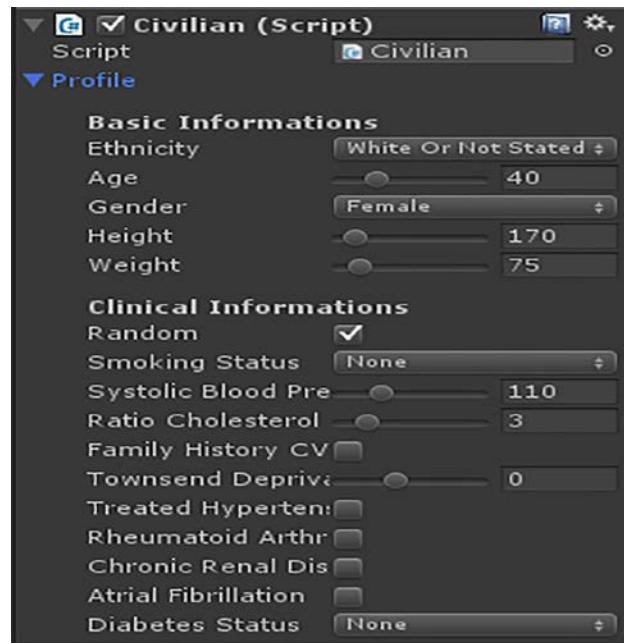


Figure 30:le profil d'un NPC

Nous avons testé FASim sur quatre (04) profils de NPC (deux hommes et deux femmes) comme illustré dans le tableau4.

Les paramètres de QRisk2	Age	Sex	Ethnicity	Smoking States	Rate of Risk
NPCs					
NPC 1	55	Female	Black african	No- Smoker	2.4%
NPC 2	64	Male	White	CurrentSmoker	22.2%
NPC 3	33	Male	Chinese	Ex- Smoker	1,1%
NPC 4	30	Female	White	No- Smoker	0,7%

Tableau 4: Le calcul de taux de risque à partir des profils de quatre NPCs.

Selon quelques paramètres de QRISK2 comme l'âge, le sexe, Ethnicité, l'état du tabagisme, nous pouvons calculer le taux de risque de chaque NPC, et dans notre exemple, la victime

sera le NPC2 avec le profil d'un homme blanc de 64ans, fumeur actuel qui a le taux de risque le plus élevé (22.2%) (Voir le tableau 4).

1.2. Le menu principal

Une fois le joueur identifié, ce dernier est redirigé vers le menu principal (voir la figure31) où il peut choisir de:

- Quitter le jeu : si le joueur décide de quitter le jeu, un pop-up de confirmation s'affiche à l'écran.
- Modifier les options du jeu.
- Choisir le mode multi joueurs.
- Choisir de passer le tutoriel d'initiation.



Figure 31: le menu principal

1.3. Les options



Figure 28:le menu options

Si le joueur décide de naviguer dans les options du jeu (figure 32), il se voit offrir le choix de modifier les options liées au son: le volume général, des bruitages (bruits de pas, respiration, gémissements...), des voix pendant un dialogue par exemple. Ou alors de modifier les options visuelles, pour obtenir un meilleur rendu: l'anticrénelage, le flou de mouvement. Mais aussi, les options de personnalisation, telles que le choix de l'apparence de son personnage, il doit choisir la conception de personnage la plus adéquate; il s'adapte à tout style de personnage (le look du personnage s'adapte au profil du joueur)(figure 33).

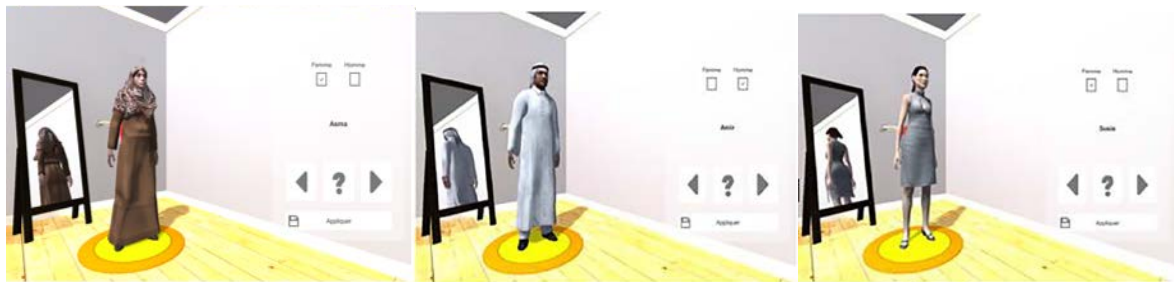
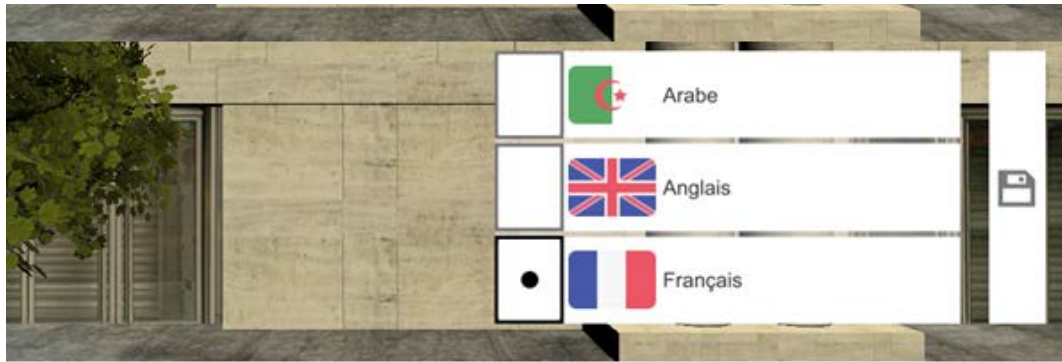


Figure 29:le choix du personnage.

Les options linguistiques ne sont pas en reste, puisque le joueur peut sélectionner sa langue favorite (figure34).



Figure

Figure30:le choix de la langue.

Si le joueur souhaite débiter le jeu sans passer par la phase d'apprentissage, il peut directement aller à la section multi joueurs. Un pop-up s'affiche alors, indiquant que la connexion est en cours (figure 35).

**Figure 31:**la connexion.

Si c'est la première fois que le joueur se connecte, le choix du serveur sera fait en fonction de sa localisation, afin d'offrir la meilleure connexion possible (par exemple, si le joueur se trouve en Afrique du nord, il sera connecté au serveur le plus près par exemple le serveur européen). Autrement, ce dernier a la possibilité de changer de serveur à tout moment pour retrouver des amis connectés à d'autres serveurs, un peu partout dans le monde.

Une fois connecté, le joueur se retrouve dans un menu multi-joueurs (voir la figure 36).



Figure 32:le menu multi-joueurs.

Techniquement, le joueur se retrouve dans le lobby (la salle d'attente en quelque sorte) du serveur. Il peut dès lors:

- Chercher une room existante sur le serveur et bien entendu, s'il le souhaite, la rejoindre.
- Il peut aussi, optionnellement, inviter ses amis à le rejoindre.
- Mais aussi, rejoindre la partie d'un ami (figure 37).

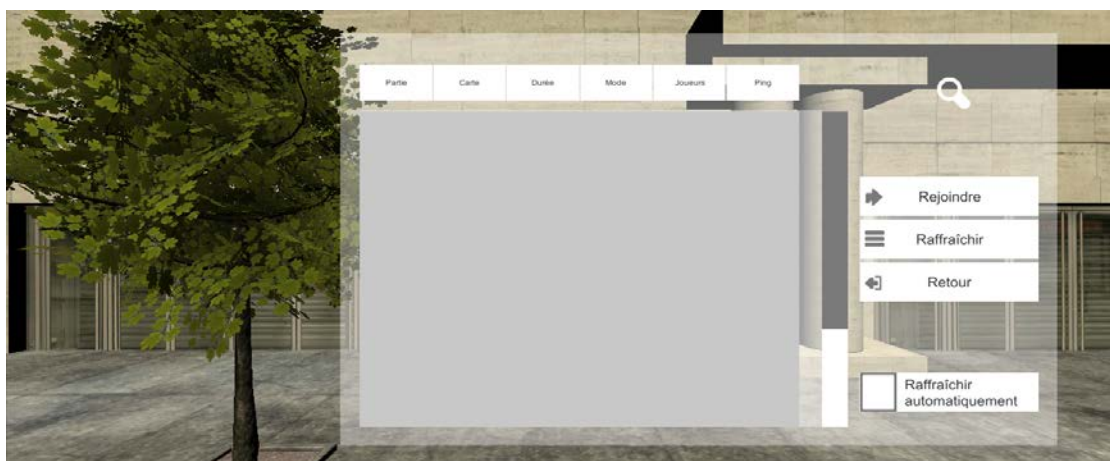


Figure 33:la liste des parties existantes.

Lors de la création d'une partie (figure 38), le joueur est libre de définir les paramètres de celle-ci. Ces paramètres incluent:

- Le nom de la partie (son identifiant à travers le réseau).

- Le nombre maximum de joueurs toléré.
- La durée de la partie.
- Le mode de jeu (si contraintes il y a, etc).

Dans ce mode de jeu, deux choix s'offrent au joueur:

- Passer par le tutoriel : une phase d'initiation à la RCP [l'annexe A].
- Aller directement au jeu en supposant que le joueur a été déjà formé à la RCP.

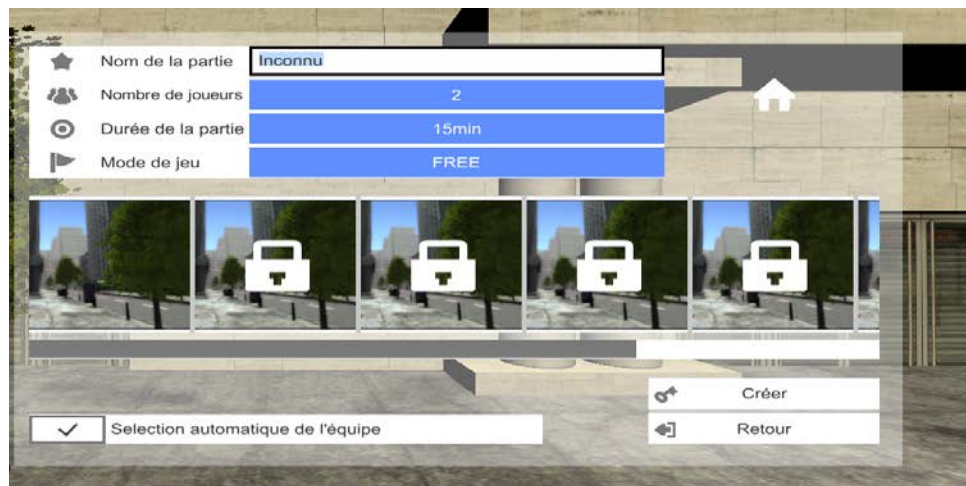


Figure 34:La création d'une partie.

1.4. Le tutoriel

Dans le tutoriel, le joueur est formé aux bases de la RCP [voir l'annexe A]. Contrairement au mode multi joueurs, le joueur n'est pas libre de ses mouvements. Il doit répondre à une suite de questions, où en plus de la précision, la rapidité est de rigueur.

Une fois le tutoriel lancé, un message s'affiche à l'écran. Le joueur est alors introduit à la RCP.

Dans cet écran, nous pouvons voir un civil de l'autre côté de la rue, s'apprêtant à traverser. Avant de perdre subitement connaissance et de s'écrouler sur le sol. Nous devons alors prendre une décision, et vite!

L'interface est présentée selon la figure 39 :

- En haut à droite, vous pouvez voir une mini-carte affichant la position du joueur, ainsi que la position de la victime (en rouge, tout en haut de la carte).
- Au milieu, vous pouvez voir la question courante, ainsi que les choix qui s'offrent au joueur.
- En bas de l'écran, un chronomètre indiquant au joueur le temps restant avant de prendre une décision.
- En haut de l'écran, un panneau affiche le score du joueur (Son ratio: le nombre de bonnes décisions/le nombre total de décisions prises), la vitesse moyenne à laquelle il réagit.



Figure 35:La première décision de la RCP.

Un peu plus tard, le joueur se retrouve devant la victime à effectuer sa troisième décision (voir la figure 40).



Figure 36:La troisième décision de la RCP.

Et dans sa huitième décision, le joueur est amené à libérer les vois aériennes de la victime, conformément aux recommandations de la RCP de base. Il faut dès lors faire glisser le slider pour réaliser cette opération.

Après un bon nombre de décisions, le joueur doit commencer les compressions thoraciques. Il doit alors appuyer à l'endroit recommandé et dans le bon timing. Une jauge s'affiche à droite de l'écran pour indiquer au joueur s'il le fait au bon moment. Une fois les trente-et-une décisions effectuées, une appréciation globale est donnée à la prestation du joueur. Il est enfin prêt à s'attaquer au mode multi joueurs. Donc le joueur ne peut pas aller directement au mode multi joueurs sans passer par le mode mono joueur.

Le multi-joueurs diffère sensiblement du tutoriel, car le joueur a le contrôle total sur ses moindres faits et gestes. Il peut donc, à sa guise, explorer le monde librement et sans la moindre contrainte. Ce mode favorise la collaboration des joueurs durant toute la formation, voici un exemple qui compare entre les deux mode selon deux paramètres.

les paramètres le mode de jeu	le score	La durrée de secourisme (par secondes)
Mono-joueur pour le joueur1	20/31	1800s
Mono-joueur pour le joueur 2	17/31	1600s
Multi-joueurs pour le joueur1 et le joueur2	29/31	1200s

Tableau 5: Comparaison des deux modes.

Le joueur1 a répondu à 20 décisions parmi 31 en choisissant le mode monojoueur en 1800 secondes, et le joueur2 a passé 17 décisions sur 31 pendant 1600 secondes. Par contre, il ont répondu à 27 décisions parmi 31 en 1200 secondes en mode multi-joueurs.

2. L'évaluation des besoins du jeu sérieux FASim (First Aid Simulator)

L'objectif de cette évaluation est de présenter les besoins de se former par ce type de simulateur, et d'apprécier les connaissances des joueurs avant et après FASim.

2.1. La méthode choisie

Nous avons choisi l'évaluation descriptive pour collecter les informations concernant les répondeurs, en utilisant deux questionnaires pour les raisons suivantes

- Le questionnaire est simple et direct.
- Le respect de l'anonymat des réponses.
- Avoir un support écrit pour l'analyse.
- Acquérir une information comparable et évaluative.

2.2. L'échantillonnage

Pour notre échantillonnage, nous avons choisi les non professionnels du domaine de secourisme, personnes qui n'ont aucune idée sur les gestes de premiers secours. Nous avons distribué le questionnaire¹ aux 10 personnes. Ensuite, les répondeurs ont participé au jeu, et finalement, ils ont répondu au questionnaire 2.

2.3. La conception et le déroulement des questionnaires

En fin septembre 2018, j'étais inscrite à une formation de secourisme (voir l'attestation de secourisme dans l'annexe G), donc, j'ai profité des inscriptions et des pauses pour partager mes questionnaires comme suit :

D'abord, le questionnaire 1 (sa durée ne dépasse pas les 8 minutes) est distribué avant de jouer FASim pour pouvoir estimer les connaissances préalables de chaque utilisateur. Il comptait de 12 questions fermées et à choix multiple(l'annexe E), réparties en données personnelles et un petit test.

Ensuite, et durant la pause café, j'ai demandé la participation des candidats au jeu (maximum 10 minutes de jeu) pour une autoformation des gestes de premier secours pour bien maîtriser la prise en charge de l'arrêt cardiaque (voir le tutoriel page 72).

Et enfin, le passage au questionnaire 2 (sa durée ne dépasse pas les 8 minutes) qui contient 6 questions(voirl'annexe E), le même test du questionnaire 1 et l'évaluation de l'expérience des joueurs, en donnant leurs avis sur le jeu.

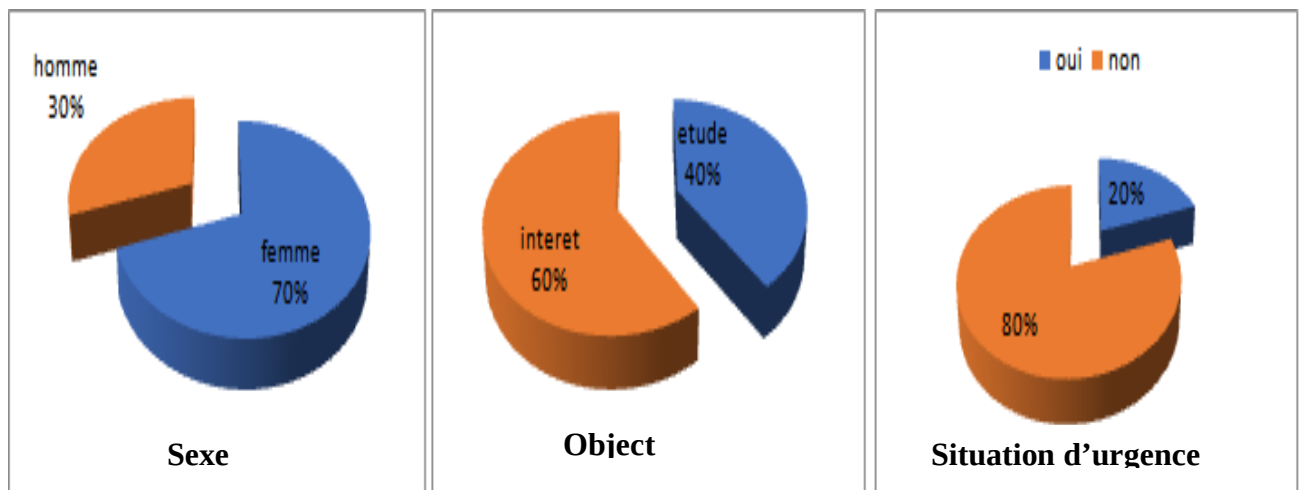
2.4. L'analyse des réponses

2.4.1. Analyse des informations personnelles du questionnaire 1

Les différentes caractéristiques de notre échantillon sont reproduites dans le tableau et le graphique suivants:

Sexe	Homme 30%	Femme 70%
Age moyen	25 ans	
Aimez vous les jeux videos	Oui 100%	Non 0%
Objectif de la formation	Etudes 60 %	Intérêt 40 %
Avez-vous déjà été dans une des situations d'urgence	Oui 20 %	NON 80 %
Evaluation des connaissances avant FASim	Note1 100 %	

Tableau 6: Synthèse des caractéristiques personnelles de notre échantillon.

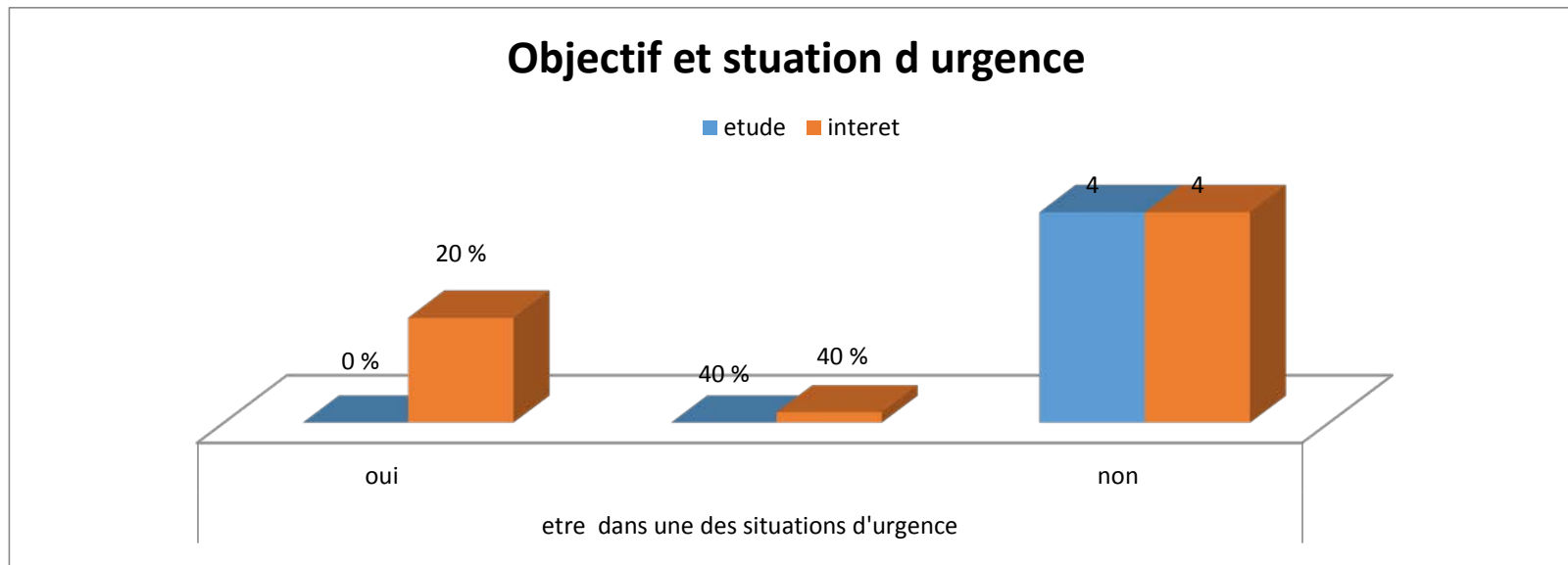


Graphique 1: Synthèse des caractéristiques personnelles de notre échantillon (sexe, objectif, situation d'urgence)

Selon le tableau 6 et le graphique 1, Parmi les candidats répondeurs, 30% étaient des hommes et 70% était des femmes. La moyenne des âges des répondeurs était de 24,8 ans, la médiane était 25 ans. Nous avons remarqué comme élément marquant, tous les candidats aiment les jeux vidéo. L'objectif de la formation de secourisme se vari entre 60% pour leurs études et 40% pour leurs intérêts. Nous avons observé que tout l'échantillon contient des non professionnels, puisqu'ils donnent la note la plus basse pour évaluer leurs connaissances préalables.

Objectif et situation d'urgence	Etre dans une des situations d'urgence				Total
	oui		non		
Etude	0	0 %	4	40%	40%
Intérêt	2	20 %	4	40%	60%
Total	2	20%	8	80%	100%

Tableau 7: combinaison entre Objectif et situation d'urgence.



Graphique 2: combinaison entre Objectif et situation d'urgence.

Nous avons essayé de bien connaître notre échantillon, en croisant à l'aide de SPSS 20 les informations des deux questions 4 et 6 du questionnaire 1 (voir le tableau 7 et le graphique 2). Selon cette combinaison entre les personnes qui sont déjà été dans une situation d'urgence médicale (20%), et les personnes qui ont choisi de se former pour leurs besoins d'études (40%) ou pour leurs intérêt (60%), où toutes les personnes qui sont des témoignages des cas d'urgence, ont préféré de faire la formation pour une bonne prise en charge des gestes de premier secours. Nous pouvons déduire que nous avons touché toutes les catégories de la population.

2.4.2. Comparaison du test du questionnaire 1 et questionnaire2

Face à une victime de l'arrêt cardiaque, dans quel ordre faut-il réaliser les étapes ci-dessous		Lors de l'arrêt cardiaque, la personne peut		Dès la 3eme minute de l'arrêt cardiaque, des lésions cérébrales apparaissent si aucun geste de secours n'est réalisé		Comment savoir si la procédure du secourisme est efficace	
Juste	Juste	Faux	Juste	Faux	Juste	Juste	Juste
Faux	Juste	Faux	Juste	Faux	Juste	Faux	Juste
Faux	Juste	Faux	Juste	Faux	Juste	Faux	Juste
Faux	Juste	Juste	Juste	Faux	Juste	Faux	Juste
Faux	Juste	Faux	Juste	Faux	Juste	Faux	Juste
Faux	Juste	Faux	Juste	Faux	Juste	Faux	Faux
Faux	Juste	Faux	Juste	Faux	Juste	Faux	Juste
Faux	Juste	Faux	Juste	Faux	Juste	Faux	Juste
Faux	Juste	Faux	Juste	Faux	Juste	Faux	Juste
Faux	Juste	Faux	Juste	Faux	Faux	Faux	Faux

Tableau 8: Comparaison du test du questionnaire 1 et questionnaire2

Les questions du test du questionnaire 1 sont répétées dans le test du questionnaire 2 pour tester les connaissances des joueurs avant et après la participation au jeu FASim. Nous avons comparé les réponses de chaque joueur. La correction du test est dans l'annexe F.

D'après le tableau 8, Une grande majorité des réponses fausses, soit 80% du questionnaire 1 deviennent justes dans le questionnaire 2. Mais nous avons remarqué aussi qu'il existe des répondants (20%) qui ont bien démarré le test dans le questionnaire 1 avec des réponses justes, cette catégorie sont des personnes qui participent parce qu'ils ont besoin de cette formation dans ces études (dans notre cas c'est une étudiante en pharmacie), ou des personnes qui sont déjà devant une situation d'urgence (une femme qui a perdu son père grâce à un arrêt cardiaque).

Au vu des différents résultats, nous pouvons déduire que les connaissances des joueurs sont améliorées, et qu'il existe un besoin de formation sur la prise en charge de l'arrêt cardiaque pour toutes les catégories de la société.

2.4.3. Analyse des avis du questionnaire 2

Nous pouvons extraire du tableau 9 les informations suivantes :

- Pour la proposition « Le jeu est divertissant » Q61, les 60% des répondants ont mis la note 3, et 40% la note 4, nous pouvons dire que les joueurs ont s'amuser pendant le jeu.
- Pour la proposition « J'aime le jeu en mode mono joueur » Q62, les 10% des répondants ont mis la note 3, et 90% la note 4, nous déduisons que même le jeu en mode mono joueur est encourageant.
- Pour la proposition « L'adaptation du jeu au profil du joueur est correcte » Q63, les 40% des répondants ont mis la note 1, 50% la note 2, et 10% la note 3, donc la plupart des joueurs n'ont pas senti l'adaptation du jeu au profil en mode mono joueurs puisque c'était leur première utilisation du FASim (pas d'historique).
- Pour la proposition « L'adaptation du personnage au profil du joueur est correcte » Q64, les 60% des répondants ont mis la note 3, et 40% la note 4, nous déduisons que les joueurs ont observé l'adaptation du personnage du jeu à leur sexe, région, poids, et d'autres paramètres.
- Pour la proposition « Le taux de risque d'avoir un arrêt cardiaque peut s'influer sur le Comportement du joueur ? » Q65, les 10% des répondants ont mis la note 3, 60% la note 2, et 30% la note 4, cette dernière catégorie a le taux de risque le plus élevé.
- Pour la proposition « Les indications d'aide fournies par le jeu suffisent » Q66, les 60% des répondants ont mis la note 3, et 40% la note 4. Donc nous pouvons considérer cette notation moyenne, un point fort pour notre simulateur.

- Et la proposition « Après avoir joué au jeu, je sais comment procéder de l'arrêt cardiaque, en attendant l'arrivée de secours » Q67, les 60% des répondants ont mis la note 3, et 40% la note 4. Alors ce résultat est motivant, et avec la répétitions pour voir plusieurs scénarios et la participation au jeu en mode multi joueurs, nous pouvons avoir la note la plus élevée.

Evaluation Q6	Le jeu est divertissant. Q6 1	J'aime le jeu en mode mono joueur. Q6 2	L adaptation du jeu au profil du joueur est correcte. Q6 3	L adaptation du personnage au profil du joueur est correcte. Q6 4	Le taux de risque d'avoir un arrêt cardiaque peut s'influer sur le comportement du joueur ? Q6 5	Les indication s d'aide fournies par le jeu suffisent. Q6 6	Après avoir joué au jeu, je sais comment procéder de l'arrêt cardiaque, en attendant l'arrivée de secours. Q6 7
Note1			40%				
Note2			50%		10%		
Note3	60%	10%	10%	60%	60%	60%	60%
Note4	40%	90%		40%	30%	40%	40%
Note5							

Tableau 9: Analyse des avis du questionnaire 2.

Conclusion

Avoir une idée sur le secourisme est un excellent moyen pour réduire ses récurrences ainsi que sa gravité. Ce chapitre est une implémentation du jeu sérieux FASim lui-même. En offrant des connaissances basiques sur les gestes des premiers secours en cas de l'arrêt cardiaque, Afin de présenter les résultats obtenus, menés à travers des scénarios bien déterminés. Sans oublier l'analyse de l'évaluation de notre simulateur à travers des questionnaires aux joueurs.

Conclusion

générale

Conclusion générale

Les jeux sérieux conçus pour des objectifs spécifiques ont clairement le potentiel de soutenir la formation et l'éducation des gestes des premiers secours pour le grand public.

Ce travail se concentre sur l'utilisation des jeux dans un cadre éducatif: formation aux situations d'urgence médicale, permettant l'établissement d'un nouveau rapport avec la connaissance, tout en tenant compte de la culture des natifs numériques. Dans ce contexte, nous avons analysé une multitude de SG spécialisés dans le domaine de la santé, et plus particulièrement dans des situations d'urgence complexes nécessitant des techniques fonctionnelles de structures organisées dans des scénarios spécifiques [54]. Nous avons constaté qu'aucun de ceux-ci n'avait été traiter l'ensemble des critères spécifiques des urgences médicales, en particulier les premiers secours en cas d'arrêt cardiaque. Cette situation a besoin de la rapidité, de la collaboration, de la prise de décision à temps et de la crédibilité nécessaire pour sauver des vies. Toutes ces conditions ont été réalisées grâce au SMA, qui offre de nombreux avantages dans ce domaine. Notre simulateur FASim a permis d'assurer un ensemble de caractéristiques comme la cognition, la prévention, l'adaptation, l'évaluation et de la collaboration entre les joueurs pour atteindre un objectif commun. FASim est le fruit d'une expérience de programmation avec des plateformes hétérogènes, qui combine les jeux sérieux et les systèmes multi agents.

Ce volet de recherche nous a permis également d'identifier cinq grands types de travaux à réaliser pour répondre aux besoins des urgences. Une première partie qui s'attèle à la présentation de la collaboration dans le mode multi joueurs pour motiver les joueurs à atteindre leurs objectifs finaux rapidement, dont la rapidité dans les cas d'urgences est très importante. Une deuxième partie portant sur un jeu sérieux capable de s'adapter au profil du joueur et aux évolutions des connaissances enseignées, cette option est très importante pour les jeux sérieux dans le domaine médical [58]. Une troisième partie consiste à évaluer les joueurs d'une façon individuelle et d'une autre façon collaborative 59, cette évaluation est illustrée dans un scénario réaliste relatif aux gestes de premier secours, sans oublier la répartition des joueurs en groupes qui nécessite d'évaluer chaque joueur intragroupes et intergroupes. Une quatrième partie basée sur l'intégration d'un système cognitif à notre

Conclusion générale

simulateur, qui est un élément essentiel pour la prise de décision et le raisonnement pratique assuré pour justifier les décisions adéquates en une période de temps bien déterminée[60]. Et une dernière partie qui permet de transmettre un savoir ou de sensibiliser un large public à un enjeu social pour composer la culture de sauver les vies des personnes.

Donc nous sommes devant une situation fourchue et complexe face à cinq problèmes, alors nous devons trouver une solution qui englobe tous ces problèmes.

Nous avons développé MASU [61] avec une architecture d'agent cognitif reposant sur le personnage non joueur de BDI. Un algorithme de génération procédurale d'environnement pour améliorer la convivialité de FASim avec une approche adaptative avec l'agent sniffer de MASU, pour fournir au joueur un environnement dynamique et lui permettre d'assimiler les nouveaux concepts du secourisme.

Nous avons évalué notre simulateur à travers deux questionnaires, en les comparant et les analysant selon plusieurs facteurs. Au vu des différents résultats obtenus, nous pouvons déduire qu'il existe un besoin des jeux sérieux sur la prise en charge de l'arrêt cardiaque. En vue d'améliorer le jeu, il est possible de:

- Développez d'autres cas que l'arrêt cardiaque et implémentez d'autres algorithmes de QSEARCH: QFracture, QStroke, QKidney, etc.
- Offrir le jeu dans d'autres langues.
- Ajouter une autre stratégie de distribution de groupe au mode multi joueurs plus efficace.

Publications et communications

Benkhedda, S, Bendella, F. FASim: A 3D Serious Game for the First Aid Emergency. Simulation & Gaming 2019 Aug, PP 690-710. DOI: [10.1177/1046878119865913](https://doi.org/10.1177/1046878119865913)

Benkhedda, S., Bendella, F., Kinane, D., A. Collaborative and Individual Assessment in a Medical Serious Game. Proceedings of INTED2017 Conference, ISBN : 978-84-617-8491-2, 6th-8th March 2017, Valencia, Spain.

Bibliographie

Bibliographie

- [1] Vilenica, A., Lamersdorf, W. "Simulation management for agent-based distributed systems", in Enterprise Information Systems, Springer-Verlag, 2011, pp. 477–492.
- [2] Araiza-Illan, A. G. P., Eder, K. " Intelligent agent-based stimulationfor testing robotic software in human-robot interactions ", in Proc. 3rd Workshop Model-Driven Robot Softw. Eng., Leipzig, Germany, Jul. 2016, pp. 9–16.
- [3] Lieder, M., Asif, F., & Rashid, A. "Towards Circular Economy implementation: An agent-based simulation approach for business model changes". Autonomous Agents and Multi-Agent Systems TBD, 2017, 31(6): 1377-1402. Doi: 10.1007/s10458-017-9365-9.
- [4] Oksanen, K., &Hämäläinen, R. "Game mechanics in the design of a collaborative 3D serious game", Simulation & Gaming, 2014, 45(2), 255-278.Do: 10.1177/1046878114530799.
- [5] Ferber, J. "Multi-agent systems: An introduction to distributed artificial intelligence". Boston, MA: Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc.1999.
- [6]Norton, K.A., Gong, C., Jamalian, S., Popel, A.S. "Multiscale agent-based and hybrid modeling of the tumor immune microenvironment". 2019, Processes, 7, 37.
- [7] Ding, Z., Gong, W., Li, S., & Wu, Z. "System dynamics versus agent-based modeling: A review of complexity simulation in construction waste management".2018,Sustainability, 10, 2484.doi:10.3390/su10072484
- [8] Julian Alvarez & Damien Djaouti. "Introduction Au SeriousGames" . Préface d'Olivier Rampoux. 2010.
- [9] Blouet, G., Florent, M., Grégoire,C., & Simon, R. "Méthode De Conception Et D'évaluation De SeriousGames", CONFERE'11 30 JUIN – 1ER JUILLET2011, MONTBELIARD.
- [10] Alvarez, J. " Du jeu vidéo au seriousgame, approches culturelle, pragmatique et formelle". Thèse de doctorat, Université de Toulouse, 2007.
- [11] Djaouti, D. "Serious Game Design Considérations théoriques et techniques sur la création de jeux vidéo à vocation utilitaire", Thèse de doctorat, Université de Toulouse, 2011.
- [12] Alvarez, J., Djaouti, D."Une taxinomie des SeriousGames dédiés au secteur de la santé", Revue REE N°11, Décembre 2008, p. 91-102, 2008.
- [13] Enjeux cognitifs, pédagogiques et ergonomiques. Pourquoi utiliser les jeux sérieux dans la formation professionnelle ? Claire Pennavaire 79e Congrès de l'ACFAS. 11 avr. 2011

Bibliographie

- [14] Muratet, M. “ Conception, réalisation et évaluation d'un jeu sérieux de stratégie temps réel pour l'apprentissage des fondamentaux de la programmation”, HAL Id: tel-00554287 <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00554287>, Jan 2011.
- [15] Jaakkola, T., Veermans, K. “Exploring the effects of concreteness fading across grades in elementary school science education. Instructional Science”, 46(2), 185–207.2018.
- [16] Slavin, R. E., Lake, C., Hanley, P., & Thurston, A. “Experimental evaluations of elementary science programs”: A best-evidence synthesis. Journal of Research in Science Teaching, 51(7), 870–901. <https://doi.org/10.1002/tea.21139>. 2014.
- [17] [En ligne]. Disponible : <http://www.audace-numeriknowledge.fr/serious-game>
- [18] Alvarez, J., Djaouti, D. “INTRODUCTION AU SERIOUS GAME ”, ISBN 978-2-917131-08-4 - octobre 2010.
- [19] [En ligne]. Disponible : <http://serious.gameclassification.com/FR/> (consulté le 20/08/2016)
- [20] Alvarez, J., Rampnoux, O., Jessel, J., P., Methel, G. (2007). “ Classification des serious **games** ”, Actes du colloque "H2PTM'07 (Collaborer, Echanger, Inventer : Expériences de réseaux)", Hammamet, Tunisie, Hermes science, ISBN : 978-2-7462-1891-8, Lavoisier.
- [21] Académie d'Orléans-Tours (groupe « Evaluation lycée ») Outils – Les outils numériques et l'évaluation. 2015. [En ligne]. Disponible : https://www.ac-orleans-tours.fr/pedagogie/eps/ressources/eps_et_evaluation/evaluation_experimentation_academique/
- [22] Jeux sérieux et autres jeux vidéo, Ministère de l'éducation nationale de l'enseignement supérieur et de la recherche SG / STSI / SDTICE / Centre de ressources multimédias, 2007.
- [23] Lang, D., Chourabi, O., Boughzala, I. “ Retour d'expérience sur l'utilisation d'un Serious Game dans l'enseignement des systèmes d'information”. Acte de la deuxième journée AIM de recherche seriousgames et innovation. 2014.
- [24] Segondy, L. “ Rapport Seriousgames et entreprise : définition, gestion et marché ”. Références Institutionnelles, Editeur: Thierry PLATON, directeur de GameSud. 2013.
- [25] Wagner, M. (2005). “What are the advantages and disadvantages of serious games?” <http://mark.blogspot.com/2005/12/what-are-advantages-and-disadvantages.html>, 2005.
- [26] [En ligne]. Disponible : <http://eduscol.education.fr/numerique/dossier/archives/visioconference/apportspedagogiques/en-general/avantages-et-inconvenients> (consulté le 25/07/2019)

Bibliographie

- [27] Chaib-draa,B., Jarras,I., Moulin, B. “Systèmes multi agents : Principes généraux et applications“, Edition Hermès. Dans Principes et architecture des systèmes multi-agents, 2001.
- [28] Ferber, J. “ Multi-Agent Systems. An Introduction to Distributed Artificial Intelligence”, Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc.75 Arlington Street, Suite 300 Boston, MA, United States, ISBN : 978-0-201-36048-6, 1999.
- [29] HANACHI,C., SIBERTIN-BLANC,C. “ Introduction aux Systèmes Multi-Agents ”. Université Toulouse I & IRIT.
- [En ligne]. Disponible : <https://www.irit.fr/~Chihab.Hanachi/Cours/SMA>(consulté le 21/08/2018)
- [30] Adina, M., F. “Agents et Systèmes Multi-agents”, (2002). [En ligne]. Disponible : <http://turing.cs.pub.ro/auf2/>(consulté le 25/07/2018)
- [31] Gutknecht, O., Ferber, J. Proceeding of the 3rd international conference on multi-agent systems, pp.128-135, 1998.
- [32] Becu,N., Bommel ,P., Le Page, C &Boursquet, P.“ Cormas, une plate-forme multi-agent pour concevoir collectivement des modèles et interagir avec les simulations, ”. ChezCépaduès, actes des 24èmes Journées Francophones sur les Systèmes Multi-Agents, Rouen, 2016.
- [33] Robins, B., Dautenhahn, K., Dickerson, P.From Isolation toCommunication : A Case Study Evaluation of Robot Assisted Play for ChildrenwithAutismwith a Minimally Expressive Humanoid Robot., Published in : SecondInternational Conferences on Advances in Computer-Human Interactions. 2009.
- [34] Mathieu, P.,Panzoli, D.,etPicault, S. SeriousGames et SMA -Application à un supermarché virtuel. 2009.
- [35] Lang, D.,Chourabi, O., Boughzala, I. Retour d’expérience sur l’utilisation d’un Sérious Game dans l’enseignement des systèmes d’information.
- [36] Thierry PLATON. Rapport Seriousgames et entreprise : définition, gestion et marché, 2013.
- [37][En ligne]. Disponible : <http://www.stayingalive.fr/>(consulté le 25/07/2018)
- [38]Wattanasoontorn, V., Boada, I., &Sbert, M. (2013).“Lissa: A serious game to learn cardiopulmonar resuscitation ”. In Proceedings of the 8th International Conference on

Bibliographie

Foundationsof Digital Games, Games for LearningWorkshop (FDG '13), Chania, Crete, Greece, 14-17May 2013.

[39] SIMFOR [En ligne]. Disponible : https://www.irit.fr/EIAH2013/uploads/EIAH_IA_2013_3.%20Oulhaci.pdf (consulté le 22/07/2017)

[40] [En ligne]. Disponible : <https://www.alittleb.it/blog-games/serious-games-blog-games/hera-multiplayer-e-learning-game/> (consulté le 13/07/2017)

[41] [En ligne]. Disponible : <http://www.neoaxis.com/showcase/products/emsave> (consulté le 13/08/2017)

[42] Pulse [En ligne]. Disponible : <http://serious.gameclassification.com/FR/games/1017-/index.html>(consulté le 12/04/2016)

[43] David Rowan. Can games change your business and change the world? NESTA, 2010.

[44]Triage Trainer [En ligne]. Disponible : <http://serious.gameclassification.com/FR/games/14645-Triage-Trainer/index.html>(consulté le 12/04/2016)

[45] [En ligne]. Disponible : <https://docs.unity3d.com/Manual/index.html> (consulté le 12/04/2016)

[46] Rimassa G., Bellifemine F., Poggi A. “JADE - A FIPA Compliant Agent Framework”, PMAA '99 , p. 97-108, Londres, Avril 1999.

[47] [En ligne]. Disponible : <https://unity3d.com/fr/get-unity/download>(consulté le 12/03/2018)

[48] INSAN,.,H, NICOT,G. “ Visual Basic 2005 ”. Edition MICRO Application. 2006.

[49] [En ligne]. Disponible : <http://www.alibojar.com/boris-net>(consulté le 02/11/2018)

[50] [En ligne]. Disponible : <https://www.softfluent.fr/blog/asynchronisme-dans-unity-coroutines-et-async-await/>(consulté le 02/11/2019)

[51] Brousmiche,K.,L. “ Modélisation et simulation multi-agent de la formation et de la dynamique d’attitudes basées sur les croyances ”, Thèse de doctorat en Informatique l’université pierre et marie curie, Paris, 2015.

[52] Taillandier, P., Therond, O., Gaudou, B. “ Une architecture d’agent BDI basée sur la théorie des fonctions de croyance” : application à la simulation du comportement des agriculteurs, proceeding Journées Francophones sur les Systèmes Multi-Agents, Honfleur : France (2012).

Bibliographie

- [53] Delmas, G., Champagnat, R., Augeraud, M. "Plot monitoring for interactive narrative games", Proceedings of the international conference on Advances in computer entertainment technology, ACM, 2007, p. 17-20. 2007.
- [54] Perles, A. "An adaptive multi-agent system for the distribution of intelligence in electrical distribution networks". : State estimation. Artificial Intelligence. Université Paul Sabatier - Toulouse III, 2017.
- [55] Carr, B., Goldstein, I. P. "Overlays: a theory of modeling for computeraided instruction". AI Memo 406, MIT, Cambridge, Massachusetts, 1977.
- [56] Coupland, C., Vinogradova, Y., Robson, J., Minhas R., Sheikh, A., Brindle, P., & Hippisley-Cox, J. "Predicting cardiovascular risk in england and wales". : Prospective derivation and validation of qrisk2. BMJ, 2008.
- [57] [En ligne]. Disponible : <https://www.qrisk.org/>(consulté le 12/12/2019)
- [58] Kinane, D., A., Bendella, F., (2018) MEDIUS : A Serious Game for AutisticChildrenBased on Decision System. In Simulation & Gaming (S&G) Volume : 49 issue : 4, PP : 423-440, Article first Publisher online : May 28, 2018 ; Issue Publisher : August 1, 2018.
- [59] Benkhedda, S., Bendella, F., Kinane, D., A. Collaborative and Individual Assessment in a Medical Serious Game. Proceedings of INTED2017 Conference, ISBN : 978-84-617-8491-2, 6th-8th March 2017, Valencia, Spain.
- [60] Perelman, C. Le Traité de l'argumentation. Bruxelles. Institut de sociologie. Université de Bruxelles.). p. 183. 1970.
- [61] Benkhedda, S., Bendella, F. FASim: A 3D Serious Game for the First Aid Emergency. Simulation & Gaming 2019 Aug, PP690-710. DOI: [10.1177/1046878119865913](https://doi.org/10.1177/1046878119865913)
- [62] LOUVILLE, Y. " Lexique abrégé de la réanimation cardio-pulmonaire ".
[En ligne]. Disponible : <http://www.urgencepratique.com/2articles/defibri/art-defibrillat-6.html>(consulté le 11/08/2017)
- [63] Gaillard, M. " Formation continue – chariot d'urgence – débriefing technique= moyens pour gérer le stress de l'infirmière lors d'une réanimation cardio pulmonaire ou utopie ? " Sion, Juillet, 2007.
- [64] Une culture de premiers secours s'installe à Oran, Algérie Presse Service le 23 - 01 – 2016, [En ligne]. Disponible : <https://www.djazairess.com/fr/apsfr/435363>(consulté le 25/12/2019)

Annexes

AnnexeA : La RCP de base

La RCP (la réanimation cardio-pulmonaire) élémentaire est l'ensemble des manœuvres pratiquées par un ou plusieurs sauveteurs qui comprennent la pratique d'une ventilation par bouche à nez ou avec masque ainsi que le massage cardiaque externe.

Etapes de la RCP [62].

a) Evaluation des 3 S – Sécurité, Scène et Situation : cette notion s'applique plutôt à la réanimation en milieu extrahospitalier où il faut éviter tout risque de sur accident avant d'entreprendre l'évaluation du client. En principe, l'hôpital est un lieu sécurisé. Il faut cependant faire sortir le voisin de la chambre.

b) Evaluation de l'état de conscience :

- réponse verbale.
- stimulus nociceptif.
- score de Glasgow (ouverture des yeux, réponse verbale, réponse motrice).

Si le patient est inconscient, l'ABCD (BLS) doit être entrepris le plus rapidement possible.

c) Alerte à l'hôpital :

- composer le numéro de téléphone adéquat.
- appeler ses collègues à l'aide mais sans quitter la chambre, si l'est à l'hôpital.

d) A – Airway (liberté des voies aériennes)

- positionner le client en décubitus dorsal, sur un plan dur (tête du lit à l'hôpital, sur le sol, etc).
- ouverture de la bouche pour vérifier qu'il n'y a aucun corps étranger qui obstrue les voies respiratoires (dentier, aliment, etc).
- désobstruer les voies aériennes.
- maintenir la liberté des voies aériennes (subluxation de la mandibule (sauf en cas de chute car risque d'atteinte médullaire), mâchoire tirée vers le haut, basculer la tête en arrière).

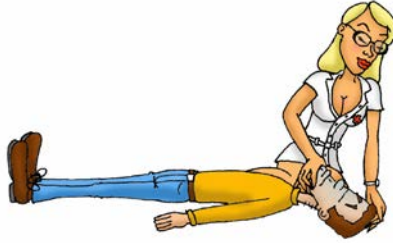


Figure A.1 : A – Airway

e) B – Breathing (respiration)

- évaluer la présence ou non de respiration : placer sa joue au-dessus de la bouche du client et observer la cage thoracique
 - entendre s'il y a une ventilation ou non.
 - sentir s'il y a la présence d'un souffle ou non.
 - observer si la cage thoracique présente des mouvements ou non.
- évaluer la qualité de la respiration : fréquence, type, rythme et amplitude.

Dans le cas d'aucune réponse ventilatoire, le patient est en arrêt respiratoire. Pratiquer le bouche à nez ou 2 insufflations au masque. Si la ventilation ne passe pas, revoir le **A**.

La ventilation au masque :

Placer le masque avec ballon sur le nez et la bouche du patient. Le masque est maintenu d'une main et l'autre main presse le ballon à intervalles réguliers. L'efficacité de la ventilation est vérifiée par le soulèvement du thorax à chaque insufflation et l'absence de bruits de fuites au niveau du masque.

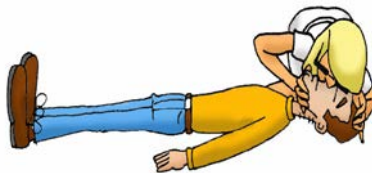


Figure A.2 : B – Breathing

f) C – Circulation

- contrôle du pouls carotidien sur une durée de 10 secondes : fréquence, rythme, amplitude.
- si aucun pouls : commencer le massage cardiaque par des cycles de 30 compressions sternales pour 2 insufflations respiratoires.



Figure A.3: le contrôle du pouls carotidien.

Le massage cardiaque :

Le massage cardiaque doit être pratiqué à un rythme de 100/minute par une compression du cœur entre le sternum et les vertèbres afin de provoquer une éjection systolique efficace. L'intervalle entre deux compressions permet un remplissage passif des cavités cardiaques. Le sauveteur qui pratique le massage cardiaque se place à côté du malade, à genoux s'il est par terre ou à la bonne hauteur s'il est dans un lit : paumes des mains superposées sur la partie supérieure de la moitié inférieure du sternum, à 3 centimètres de l'épiphyse sternale, bras tendus verticalement. Il appuie sur le sternum à 4-5 cm de profondeur et en donnant des impulsions suffisamment énergiques. On peut vérifier l'efficacité du massage cardiaque par la reprise d'un pouls carotidien palpable.



Figure A.4 : le massage cardiaque

g) D – Défibrillation

- Poursuivre la RCP jusqu'au branchement du défibrillateur automatique.
- Brancher les électrodes et allumer l'appareil.
- Lancer l'analyse et suivre les instructions de l'appareil.

La défibrillation :

- « La défibrillation consiste à faire passer à travers le cœur un courant électrique qui va entraîner la dépolarisation simultanée d'une masse critique de cellules myocardiques interrompant les phénomènes de réentrées et donc la Fibrillation (FV) ou la Tachycardie Ventriculaire (TV) »
- On distingue trois types de défibrillateur :
 1. Le défibrillateur : il ne délivre que le courant électrique, les joules sont choisies par le médecin. Le diagnostic d'ACR et des troubles du rythme est fait par le médecin après la lecture de l'électrocardiogramme et c'est le médecin qui décide quand et qui déclenche le choc ainsi que le nombre de joules.
 2. Le défibrillateur automatique : le choc est déclenché par l'appareil lorsqu'il a détecté une fibrillation ventriculaire ou une tachycardie ventriculaire. Le rôle de l'intervenant est uniquement de poser les électrodes.
 3. Le défibrillateur semi-automatique : l'opérateur met les électrodes en place, lance l'analyse et si l'électrocardiogramme détecte une FV ou une TV, l'opérateur va déclencher le choc électrique.

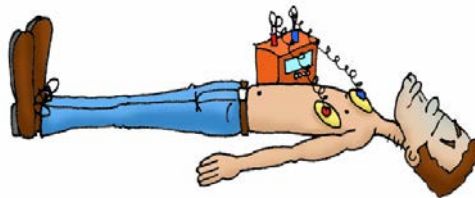


Figure A.5 : la défibrillation

h) Surveillance de l'évolution de la RCP

Le but de la surveillance est de vérifier le retour de la respiration et de la fonction circulatoire par la reprise des étapes B et C. Elle doit se faire tous les 3 cycles.

Annexe B: Qrisk 2

QRISK2 (la version la plus récente de QRISK) est un algorithme de prédiction des maladies cardiovasculaires (MCV) qui utilise des facteurs de risque traditionnels (l'âge, la pression artérielle systolique, le tabagisme et le ratio de cholestérol sérique total à lipoprotéine de haute densité) avec l'indice de masse corporelle, l'origine ethnique, les mesures de privation, les antécédents familiaux, l'insuffisance rénale chronique, l'arthrite rhumatoïde, la fibrillation auriculaire, le diabète, et le traitement anti hypertenseur. L'algorithme a ensuite été validé par une équipe indépendante en utilisant un ensemble de données externes. Les résultats ont été publiés dans The BMJ ¹ et ont démontré que QRISK fait mieux que Framingham ². Son site (www.qrisk.org) est mis à jour chaque année pour refléter les changements observés dans les populations, la qualité des données et les directives nationales (comme un changement dans la tranche d'âge sur laquelle le risque cardiovasculaire doit être évaluée).

Included variables

- Self assigned ethnicity (white/not recorded, Indian, Pakistani, Bangladeshi, other Asian, black African, black Caribbean, Chinese, other including mixed)
- Age (years)
- Sex (males v females)
- Smoking status (current smoker, non-smoker (including ex-smoker))
- Systolic blood pressure¹⁸ (continuous)
- Ratio of total serum cholesterol/high density lipoprotein cholesterol¹⁸ (continuous)
- Body mass index (BMI)¹² (continuous)
- Family history of coronary heart disease in first degree relative under 60 years¹² (yes/no)
- Townsend deprivation score¹² (output area level 2001 census data evaluated as a continuous variable)
- Treated hypertension¹² (diagnosis of hypertension and at least one current prescription of at least one antihypertensive agent)
- Rheumatoid arthritis²⁹ (yes/no)
- Chronic renal disease³⁰ (yes/no)
- Type 2 diabetes¹⁸ (yes/no)
- Atrial fibrillation^{31 32} (yes/no)

Figure B.1 – Les variables utilisées par QRISK2.

Annexe C: l'arrêt cardiaque

1. Définition de l'arrêt cardiaque

Le cœur, pour différentes raisons, il fibrille et n'assure plus l'éjection du sang dans l'organisme et dans le cerveau. Souvent, il s'agit d'une victime connue pour un problème cardiaque ou pour des facteurs de risque cardio-vasculaire. [63].

2. Comment reconnaître l'arrêt cardiaque ?

La victime perd connaissance, tombe, et ne réagit pas quand on lui parle ou quand on la stimule.

La victime ne respire pas ou les mouvements respiratoires sont inefficaces, lents et bruyants. On parle de “gasps”. Dans ce cas, agissez immédiatement car il s'agit d'un arrêt cardiaque ! [63].

3. Les signes avant-coureurs de l'arrêt cardiaque

Lorsque la cause est un infarctus du myocarde, le sujet peut présenter, dans les jours ou les heures qui précèdent, une douleur thoracique prolongée pouvant s'étendre jusqu'aux bras, une sensation d'oppression, de serrement voire d'écrasement.

L'arrêt cardiaque peut être précédé de palpitations ou d'un malaise général.

L'arrêt cardiaque peut aussi arriver brutalement, sans signes avant-coureurs.

Chez la femme, les signes avant-coureurs de l'infarctus sont parfois différents : essoufflement, nausées, douleur à l'estomac...

La cause de l'arrêt cardiaque

90 % des arrêts cardiaques chez l'adulte sont dus à une cause cardio-vasculaire, dont l'infarctus du myocarde. Le plus souvent, il s'agit d'une fibrillation ventriculaire, c'est-à-dire un trouble du rythme cardiaque correspondant à des contractions rapides, irrégulières et inefficaces des ventricules du cœur. Les maladies du myocarde peuvent se compliquer d'un arrêt cardiaque. [63]

Les autres causes non cardiaques peuvent être la noyade, l'électrisation, l'intoxication, l'hypothermie, l'overdose, l'insuffisance respiratoire aiguë, etc.

Annexe D: Article

Une culture de premiers secours s'installe à Oran

Algérie Presse Service

Publié dans Algérie Presse Service le 23 - 01 – 2016.

Consulté le 20 - 03– 2018. [64].

Une culture de premiers secours est en train de se développer chez le citoyen oranais, qui prend de plus en plus conscience de l'importance de ces soins pour les personnes en danger, a-t-on appris samedi du directeur du bureau de la wilaya d'Oran du Croissant Rouge Algérien (CRA).

Benmoussa Larbi a indiqué à l'APS que cette culture, absente il y a quelques années, se manifeste aujourd'hui devant les nombres croissants des accidents de la circulation et autres.

Des étudiants, des fonctionnaires et même des femmes au foyer suivent les cours de premiers soins au siège du CRA à Oran. Leur nombre a dépassé 332 personnes formées en secourisme en 2015, a-t-il fait savoir.

"Convaincus de l'importance des premiers secours, surtout lors des premières minutes qui suivent n'importe quel accident, nous tablons pour l'année 2016, sur la formation de plus de 1.000 stagiaires", a-t-il souligné.

Outre les étudiants, les personnes ciblées par ce genre de formation sont les fonctionnaires et les employés des entreprises industrielles dans la wilaya d'Oran. "Ce sont ces entreprises qui sont sujettes le plus souvent à des accidents et incidents", a-t-il déclaré.

Les stagiaires reçoivent une formation en matière de prise en charge des personnes en danger et aussi sur les mesures et dispositifs à suivre en cas d'accidents en milieu professionnel, a expliqué le responsable.

Le CRA coordonne ses actions avec la direction de la santé pour permettre aux stagiaires ayant bouclé leur formation dans le domaine des premiers secours d'approfondir leurs connaissances, passant à d'autres pratiques telles que le traitement des grandes plaies, a-t-il encore indiqué.

Annexe E:

Les deux questionnaires 1 et 2

L'évaluation des besoins du jeu sérieux FASim(First Aid Simulator)

FASim est un jeu sérieux pour apprendre les gestes de premier secours et en particulier la prise en charge de l'arrêt cardiaque.

Questionnaire de thèse de doctorat en science de l'informatique

BENKHEDDA.S

Le questionnaire 1 avant de jouer FASim.

1. Sélectionnez le sexe:

- Homme
- Femme

2. Âge:

3. quel est votre profession ?

4. Aimez-vous les jeux vidéo?

- Oui
- Non

5. quels sont vos objectifs de cette formation

- Diplôme
- Intérêt
- Autre

6. Évaluez vos connaissances des gestes de premiers secours de 1 à 5 (1 étant le moins élevé et 5 le plus élevé):

7. Avez-vous déjà été dans une des situations d'urgence ?

Annexes

- Oui
- Non

8. Si oui laquelle :

- un enfant qui s'étouffe
- une personne qui perd connaissance
- un malaise cardiaque
- autre.....

9. Face à une victime de l'arrêt cardiaque, dans quel ordre faut-il réaliser les étapes ci-dessous ?

- a) Pratiquer une réanimation cardio-pulmonaire
- b) Apprécier l'état de conscience et la respiration
- c) Alerter

10. Lors de l'arrêt cardiaque, la personne peut :

- Etre inconsciente
- Ne plus respirer

11. Dès la 3eme minute de l'arrêt cardiaque, des lésions cérébrales apparaissent si aucun geste de secours n'est réalisé.

- Vrai
- Faux

12. Comment savoir si la procédure du secourisme est efficace ?

- Quand la victime convulse.
- Quand la poitrine de la victime se soulève.

Le questionnaire 2 à remplir après FASim en mode mono joueur

1. Évaluez vos connaissances du protocole de premiers secours par étouffement de 1 à 5 (1 étant le moins élevé et 5 le plus élevé):

2. Face à une victime de l'arrêt cardiaque, dans quel ordre faut-il réaliser les étapes ci-dessous ?

- a) Pratiquer une réanimation cardio-pulmonaire

- b) Apprécier l'état de conscience et la respiration
- c) Alerter

3. Lors de l'arrêt cardiaque, la personne peut :

- Etre inconsciente
- Ne plus respirer

4. Dès la 3eme minute de l'arrêt cardiaque, des lésions cérébrales apparaissent si aucun geste de secours n'est réalisé.

- Vrai
- Faux

5. Comment savoir si la procédure du secourisme est efficace ?

- Quand la victime convulse.
- Quand la poitrine de la victime se soulève.

6. Notez votre expérience du jeu de 1 (pas du tout d'accord) à 5 (tout à fait d'accord) pour chacune des catégories suivantes:

Le jeu est divertissant.

J'aime le jeu en mode mono joueur.

L adaptation du jeu au profil du joueur est correcte.

L adaptation du personnage au profil du joueur est correcte.

Le taux de risque d'avoir un arrêt cardiaque peut s'influer sur le comportement du joueur ?

Les indications d'aide fournies par le jeu suffisent.

Après avoir joué au jeu, je sais comment procéder de l'arrêt cardiaque, en attendant l'arrivée de secours.

Annexe F: Correction du test des deux questionnaires

2. Face à une victime de l'arrêt cardiaque, dans quel ordre faut-il réaliser les étapes ci-dessous ?

- a) Pratiquer une réanimation cardio-pulmonaire
- b) Apprécier l'état de conscience et la respiration
- c) Alerter

(La bonne réponse 2: l'ordre correct est (b-c-a), apprécier l'état de conscience et la respiration, puis lancer une alerte et pratiquer une RCP)

3. Lors de l'arrêt cardiaque, la personne peut :

- Etre inconsciente
- Ne plus respirer

(La bonne réponse 3 : les deux choix, l'arrêt cardiaque entraîne automatiquement l'inconscience et l'arrêt respiratoire. Ne pas confondre avec une perte de connaissance, d'où l'importance de vérifier le manque de respiration et de conscience).

4. Dès la 3ème minute de l'arrêt cardiaque, des lésions cérébrales apparaissent si aucun geste de secours n'est réalisé.

- Vrai
- Faux

(La bonne réponse 4 est Vrai, il est donc important de mettre en place une réanimation cardio-pulmonaire le plus rapidement possible, jusqu'à l'arrivée des secours).

5. Comment savoir si la procédure du secourisme est efficace ?

- Quand la victime convulse.
- Quand la poitrine de la victime se soulève.

(La bonne réponse 5 est Quand la poitrine de la victime se soulève, Le soulèvement de la poitrine montre que le souffle entre correctement dans les poumons de la victime, mais ne permet pas forcément le retour à la respiration spontanée ou le retour à la conscience. Il ne faut donc pas arrêter la manœuvre tant que la victime ne manifeste pas une toux, une respiration ou un retour à la conscience).

Annexe G: Attestation de participation de secourisme



La simulation participative dans une situation d'urgence

Résumé

L'objectif principal de cette thèse est de simuler la gestion des situations de crises en assurant tous ses critères nécessaires, en utilisant la simulation multi agents de type simulation participative comme les jeux sérieux. Ainsi, cette thèse est la combinaison de deux champs de recherche extrêmement complexes. Ceci pour répondre à une problématique liée à une situation d'urgence très délicate qui est l'arrêt cardiaque. L'expérimentation des actions et le développement des compétences dans ce genre de contextes sont difficiles à reproduire dans la vie professionnelle sans risques de dommage pour les victimes. Donc, le choix du paradigme agent est motivé par le fait que les systèmes multi agents (SMA) sont utilisés à d'autres fins de simulation, ils montrent leur pertinence pour la conception d'applications distribuées complexes, en offrant plusieurs avantages, ce qui nous a poussé à implémenter notre propre API, que nous avons nommé MASU (Multi Agents System for Unity), inspirée de la plateforme Jade, et elle est écrite en C# et est adaptée pour la plateforme Unity 3D. MASU sert à répondre aux critères des situations d'urgence médicale, en développant plusieurs contributions, tout d'abord, la rapidité d'intervention qui est l'élément clé pour garantir le succès, puis, le nombre d'employés qui doit être très élevé. Pour cela nous avons créé la collaboration entre les joueurs. Ensuite, l'évaluation individuelle et collective est réalisée entre les acteurs du jeu pour sauver le maximum des vies possible dans le bon délai. Finalement les décisions doivent être rapides et précises et cela nécessite un raisonnement pratique cognitif fourni par l'intégration de l'agent de BDI dans les NPCs, sans oublier les concepts qui rendent le simulateur plus proche de la réalité comme l'adaptation du contenu au profil du joueur afin de renforcer ses connaissances en ce qui concerne la formation des gestes des premiers secours.

Mots clés: Situations d'urgences médicales, Arrêt cardiaque, Systèmes Multi-Agent, Simulation, Jeux sérieux, BDI, Prévention, Adaptation, Cognition, Collaboration et évaluation.

Abstract

The main objective of this thesis is to simulate the management of crisis situations by ensuring all its necessary criteria, using participatory multi-agent simulation such as serious games. Thus, this thesis is the combination of two extremely complex fields of research to respond to a problem linked to a very delicate emergency situation, where the experimentation of actions and the development of skills in such contexts are difficult to reproduce in professional life, without risk of damage to the victims. Therefore, the choice of the agent paradigm is motivated by the fact that the multi agent systems (MAS) are used for other simulation purposes, they have shown their relevance for the design of complex distributed applications, offering several advantages, this which pushed us to implement our own API, which we named MASU (Multi Agents System for Unity), inspired by the Jade platform, and it is written in C # and is adapted for the Unity 3D platform. MASU serves to meet the criteria of medical emergency situations, by developing several contributions, first of all, the speed of intervention which is the key element to guarantee success, then, the number of employees which must be very high, for this we have created collaboration between players. Then, the individual and collective evaluation between the actors of the game to save the maximum possible lives in the right timeframe, and finally the decisions must be fast and precise and this requires a practical reasoning provided by the integration of the BDI agent in NPCs. Not to mention the concepts that make it more realistic simulator as content adaptation to the profile of the player to enhance his knowledge regarding the training of first aid actions.

Keywords: Medical Emergencies, Heart Attack, Multi-Agent Systems, Simulation, Serious Games, BDI, Prevention, Adaptation, Cognition, Collaboration and Assessment.