

A. Oulhaci, E. Tranvouez, S. Fournier, B. Espinasse, (2012), « Un Système tutoriel intelligent pour SIMFOR : Un jeu sérieux pour la gestion des risques », SYSCO 2012, 1ère conférence francophone sur les Systèmes Collaboratifs, Sousse, Tunisie, 28-30 septembre 2012.

---

# Un Système tutoriel intelligent pour SIMFOR

## Un jeu sérieux pour la gestion des risques

**M'hammed Ali Oulhaci, Erwan Tranvouez, Sébastien Fournier, Bernard Espinasse**

Aix-Marseille Université, CNRS, LSIS UMR 7296  
38, Avenue Normandie-Niemen.  
13397 Marseille Cedex 20

{ali.oulhaci,erwan.tranvouez,sebastien.fournier,bernard.espinasse}@lsis.org

---

*RÉSUMÉ.* Cet article présente le concept de jeu sérieux, en prenant comme exemple le projet SIMFOR, un jeu sérieux de formation pour la gestion des risques. Nous abordons les problématiques et les besoins des jeux sérieux ainsi qu'un diaporama des travaux existants. Pour enrichir l'aspect apprentissage dans les jeux sérieux, nous proposons l'intégration des différents modules d'un système tutoriel intelligent (STI) au jeu sérieux. Cette intégration c'est traduite par la conception d'un système multi-agent collaboratif représentant les différents modules d'un STI.

*ABSTRACT.* In this paper we present the concept of serious game, with our project SIMFOR a serious game for training in crisis management. We discuss the problems and needs of serious games and a diaporama of existing work. To enhance the learning aspect in serious games, we propose the integration of different modules of an intelligent tutoring system to the serious game (ITS). This integration is reflected in collaborative multi-agent system representing the different modules of an ITS.

*MOTS-CLÉS :* jeux sérieux, système tutoriel intelligent, gestion de crise, systèmes multi-agent.

*KEYWORDS:* serious games, intelligent tutoring system, crisis management, multi-agent system.

---

DOI:10.3166/ISI.1.1.1-14 © 2012 Lavoisier

## 1. Introduction

La gestion des risques majeurs est une problématique à laquelle sont confrontées toutes les collectivités. Aujourd'hui, pour répondre aux risques majeurs, les responsables d'entreprises, d'écoles, de communes ou de régions doivent rédiger des plans de préventions spécifiques (PCA, PPMS, PCS, Plan ORSEC) et sensibiliser les intervenants aux plans par la mise en place de scénarios et d'exercices réels. En effet, le seul moyen de tester ces plans est la mise en place d'exercices en conditions réelles, qui peuvent devenir très lourds en termes d'organisation et très coûteux. Pour réduire les coûts des exercices et gagner du temps on a souvent recours aux outils informatiques. Il existe beaucoup d'outils informatiques traitant de la question de la gestion des risques. Dans (Amokrane, 2010), Amokrane traite le problème de la gestion des risques dans les sites SEVESO (site à haut risque) pour la formation du personnel. (Querrec *et al.*, 2003) propose un outils de formation SecuReVi pour formation des sapeurs-pompiers. Dans (Buche *et al.*, 2005) la gestion des risques est abordée pour la sécurité à bord des porte-avions. Néanmoins la grande majorité de ces outils ne correspondent pas à la demande des différents acteurs et sont réservés à des corps de métier ciblés et spécialisés dans la gestion des risques (les pompiers par exemple) ou bien à des domaines particulier. L'objectif que nous avons avec SIMFOR est de proposer un jeu sérieux dédié à la formation des non professionnels à la gestion des risques tout en enrichissant l'aspect pédagogique en ajoutant les différents modules d'un système tutoriel intelligent. Cette intégration est réalisée par la conception d'un système multi-agent collaboratif pour assurer les processus de suivi et d'évaluation des apprenants.

Dans cet article nous présentons le concept de jeu sérieux, nous abordons les problématiques et les besoins des jeux sérieux notamment au niveau pédagogique en faisant l'analogie avec les systèmes tutoriels intelligents (ITS). Dans la section 2 nous présentons SIMOFR, un jeu sérieux pour la formation des non-professionnels à la gestion des risques. Dans la section 3 nous présentons les différents modules qui composent un ITS ainsi qu'une comparaison de différents travaux dans le domaine des jeux sérieux et des ITS. Dans la section 4 nous présentons nos premiers travaux pour le projet SIMFOR. Et en fin dans la section 5 nous terminons avec une conclusion ainsi que nos travaux future pour le projet SIMFOR.

## 2. Les jeux sérieux : le projet SIMFOR

Certaines personnes considèrent l'expression "*jeu sérieux*" comme une expression oxymoron, car les deux mots étant contradictoires. Il existe d'autre définition, dans le domaine informatique on peut citer la définition de Micheal Zyda (Zyda *et al.*, 2003) qui définit un jeu sérieux par un défi cérébral joué avec un ordinateur qui utilise le divertissement en tant que valeur ajoutée. On retrouve aussi des approches issues du domaine psychologique notamment celle de André Tricot (Tricot, Alain, 1999) qui met l'accent sur le scénario pédagogique. Dans (Alvarez, 2007), Julian Alvarez propose une définition unifiée d'un jeu sérieux : *Application informatique, dont l'objectif*

## Un Système tutoriel intelligent pour SIMFOR

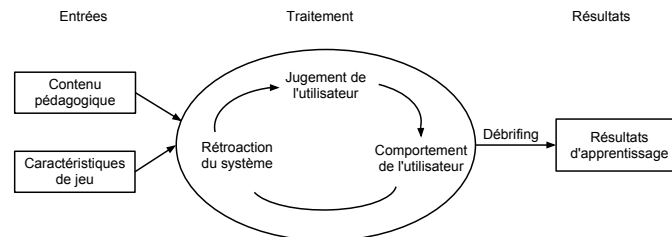


FIGURE 1. *Modèle de jeux sérieux selon Garris (Garris et al., 2002).*

est de combiner à la fois des aspects sérieux (*Serious*) tels, de manière non exhaustive, l'enseignement, l'apprentissage, la communication, ou encore l'information, avec des ressorts ludiques issus du jeu vidéo (*Game*). Cette association doit s'opérer par l'implémentation d'un scénario pédagogique. Dans la section suivante nous aborderons les différents besoins et problématique des jeux sérieux.

### 2.1. *Besoins des jeux sérieux*

Les jeux sérieux utilisent beaucoup de techniques issues du jeu vidéo, Garris (Garris *et al.*, 2002) définit un modèle simple d'apprentissage qui est à l'origine de la plupart des jeux pédagogiques, l'objectif est de concevoir un programme d'enseignement qui intègre certaines fonctions ou caractéristiques issue du jeux vidéo. Ces caractéristiques déclenchent un cycle qui comprend les jugements et les comportements des utilisateurs, ainsi qu'un mécanisme de rétroaction. L'intégration du contenu pédagogique avec les fonctionnalités du jeu se traduit par un cycle de jeu récurrent et auto-motivant pour l'apprenant. Cet engagement dans le jeu conduit à la réalisation des objectifs de formation. Ce modèle d'enseignement est illustré par la figure 1.

Les jeux sérieux ne puisent pas seulement dans les jeux vidéo, notamment ceux qui ont pour objectif la formation dans un environnement virtuel réel, mais également dans la simulation. La simulation est utilisée pour simuler des phénomènes difficiles à reproduire - selon des degrés de fidélité variable - (phénomènes ou catastrophes naturels) ou coûteux (incendies, accident, ...) voire des comportements humains (processus décisionnels, mouvement de foule...). Dans ce dernier cas, le recours aux systèmes multi-agent est fréquent, on parle alors de simulation multi-agent. Un agent est un programme informatique situé dans un certain environnement, et capable d'effectuer des actions d'une manière autonome dans cet environnement pour atteindre son objectif (Wooldridge 1995).

Le point le plus important dans un jeu sérieux est l'aspect pédagogique que fournit ce dernier pour l'apprentissage. Dans ce cadre, la notion de jeux sérieux adaptatifs est souvent utilisée. L'adaptation peut être définie comme une caractéristique exprimée au niveau du jeu sérieux, qui reflète sa capacité à se modifier structurellement en réaction à certains évènements bien identifiés. (Hocine, Gouaich, 2011) donne un diaporama général de l'état de l'art sur les différentes approches sur l'adaptation dans les jeux

sérieux. Ces différentes approches ne prennent pas en compte le domaine étudié et ont une représentation simple de l'apprenant.

A l'opposé, les travaux issus du domaine de l'EIAH (Environnements informatiques pour l'apprentissage humain) ciblent spécifiquement des objectifs pédagogiques (apprentissage, évaluation ...). Les systèmes tutoriels intelligents (Intelligent Tutoring System, ITS) forment un courant particulier des EIAH qui a pour principe l'individualisation dans la formation. Un ITS propose de représenter (explicitement ou non) les connaissances du domaine étudié, des connaissances à apprendre et à valider par l'apprenant tout au long du processus d'apprentissage (Vanlehn 1988 parle d'état mental d'un apprenant pendant la formation)(Anderson, 1988). Notre objectif visant à rapprocher Serious Game et ITS, nous reviendrons plus en détails sur les ITS dans la section 3.

## **2.2. Présentation du projet SIMFOR**

SIMFOR est un jeu sérieux développé par la société SII<sup>1</sup> en partenariat avec la société Pixxim<sup>2</sup>, 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. SIMFOR (figure 2) permet une approche ludique et originale de l'apprentissage de la gestion des risques sous forme d'un Serious Game. 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. L'objectif de SIMFOR est de proposer aux utilisateurs un contexte de gestion des risques en temps réel proche de la réalité en termes d'environnement, de scénarios auto-évolutifs et d'acteurs.

## **2.3. Problématique de SIMFOR**

SIMFOR fait face à deux enjeux:

- La simulation de comportement humain des acteurs non joués dans un scénario.
- L'accompagnement et l'évaluation des apprenants dans leur formation.

Ce qui différencie SIMFOR des autres jeux sérieux, ou bien des simulations dans le domaine de la gestion des risques, est que SIMFOR est un jeu multi-acteur qui permet à plusieurs personnes d'acquérir une compétence (différente ou identique) dans une même partie. Cela est principalement dû au fait que SIMFOR ne cible pas les spécialistes du domaine du risque mais plutôt les non professionnels. La gestion d'une crise majeure peut mobiliser plusieurs centaines d'intervenants, passant du préfet dans son bureau au pompier sur le terrain. Ces intervenants sont amenés à communiquer et collaborer pour rétablir la situation à un état normal. Le caractère distribué et adaptatif (et éventuellement délibératif et collaboratif) des comportements des acteurs non joués (ie

---

1. <http://www.groupe-sii.com>

2. <http://www.pixxim.fr>

## Un Système tutoriel intelligent pour SIMFOR



FIGURE 2. Capture d'écran du projet SIMFOR

joueurs fictifs pris en charge par le Jeu Sérieux) correspond tout à fait à un contexte de simulation multi-agents. Pour répondre au premier enjeu, il y a donc un besoin d'une architecture d'agents collaboratifs et axée sur les interactions (agent/environnement, agent/joueur, agent/agent etc...).

Concernant le deuxième enjeu, l'accompagnement des apprenants et leur évaluation est un sujet traité à plusieurs reprises dans la littérature (Johnson *et al.*, 1998) (Lourdeaux, 2001), mais SIMFOR est un jeu multi-acteurs requérant deux types d'évaluation: une évaluation individuelle et une évaluation collective (globale). La résolution de la crise passe par la résolution de toutes les procédures des intervenants, ainsi l'évaluation individuelle peut avoir une influence sur l'évaluation collective, de même l'évaluation collective peut avoir une influence sur l'évaluation individuelle. Par exemple un apprenant qui a bien effectué ses procédures, mais dont le but global n'a pas été atteint (perte matériel et humaine par exemple), cet apprenant doit être évalué sur sa performance individuelle et collective pour déduire la raison de l'échec (manque de communication, procédure manquante d'un autre apprenant, ...). Pour répondre au deuxième enjeu, nous devons mettre en place un système tutoriel intelligent basé sur des modèles de la littérature en ajoutant la notion de l'évaluation collective. Cet ITS doit être aussi en mesure de suivre l'évolution des agents car leurs comportements influent sur l'évaluation des autres apprenants et sur l'évaluation globale.

### 3. Les systèmes tutoriels intelligents

Les systèmes tutoriels intelligents sont nés de l'interaction de trois disciplines : l'informatique, la psychologie et l'éducation. Dans cette section nous présentons les différents modules d'un système tutoriel intelligent (section 3.1), ainsi qu'une comparaison de différents travaux dans le domaine des ITS et des jeux sérieux (section 3.2).

### 3.1. Architecture d'un ITS

Burns (Burns, Capps, 1989) définit un ITS par: i) un **module de l'expert** qui contient les connaissances du domaine; ii) Le **module de l'apprenant** qui contient ce que l'apprenant sait sur le domaine; iii) Un **module de l'instructeur** qui a pour objectif d'identifier les lacunes de l'apprenant pour que le système adapte ses stratégies pour combler ces lacunes, ce module est aussi appelé module pédagogique et enfin iv) un **environnement pédagogique** et l'**interface homme-machine** qui représente le canal de communication du système tutoriel.

– **Le Module de l'expert:** John Anderson (Anderson, 1988) a identifié le point le plus important dans la conception du module de l'expert dans la façon de modéliser (codifier) les connaissances. Le module de l'expert doit avoir des connaissances spécifiques et détaillées provenant de personnes qui ont des années d'expérience dans un domaine particulier.

– **Le module de l'apprenant:** Un ITS doit construire un modèle de compréhension de l'apprenant pour ensuite utiliser cette compréhension pour adapter les instructions aux besoins particuliers de l'apprenant. Le module de l'apprenant utilise généralement le même type de connaissance que la représentation utilisée dans le module de l'expert. Cela afin d'utiliser la superposition des connaissances, où les connaissances de l'apprenant sont représentées comme un sous-ensemble des connaissances de l'expert.

– **Le module de l'instructeur:** Un ITS doit avoir trois caractéristiques de tutorat: (a) le contrôle sur la représentation des connaissances de l'enseignement pour la sélection et l'ordonnancement des exercices; (b) la capacité à répondre aux questions des apprenants sur les objectifs pédagogiques et le contenu, et (c) des stratégies pour déterminer quand les apprenants ont besoin d'aide pour leur proposer des solutions.

– **L'environnement pédagogique:** Un environnement pédagogique est un composant important dans un ITS, ce dernier soutient l'apprenant tout au long de/s l'exercice/s, cela englobe les outils fournis par le système pour faciliter l'apprentissage.

– **L'interface homme machine:** Le problème qui se pose lors de la conception de l'interface homme-machine est que l'apprenant doit utiliser l'ITS (et les technologies sous-jacentes) sans être forcément expert dans sa manipulation. Si l'interaction homme-machine est mal conçue, une session de formation sera probablement inefficace. Autrement dit, si l'apprenant est obligé de dépenser de l'énergie intellectuelle significative pour interagir avec l'ordinateur, l'apprenant aura moins d'énergie intellectuelle et émotionnelle pour l'apprentissage de la ou les compétences à apprendre.

### 3.2. Comparatif et synthèses

Le tableau 1 compare différents travaux dans le domaine des jeux sérieux et des systèmes tutoriels intelligents. Ces travaux touchent des domaines d'applications larges et variés. Nous avons pris cinq critères de comparaison que nous jugeons im-

portant dans notre cas d'application:

- L'environnement : un environnement 3D (voire de Réalité Virtuelle ou RV) conforte l'aspect immersif de l'apprenant, mais cela dépend aussi (du domaine) de l'application.
- L'aspect multi-apprenants décrit la difficulté à modéliser un processus collaboratif entre les différents apprenants (gestion des communications et des interactions).
- L'évaluation est nécessaire pour mesurer la performance de l'apprenant, mais cela est plus difficile si le jeu sérieux (ITS) est multi-apprenant (ajoute une notion d'évaluation collective, section 2.3).
- Le rejeu. Ce dernier vise à reproduire le parcours de l'apprenant durant une session de jeu pour permettre à l'apprenant et au formateur de ré-visualiser l'activité réalisée pour faire le "débriefing".

Tableau 1. Tableau comparatif de différents travaux dans le domaine des jeux sérieux et des ITS.

Projet	Domaine d'application	Environnement	Multi-apprenants	Evaluation	Rejeu
(Buche <i>et al.</i> , 2005)	gestion des risques (Porte-avions)	<b>3D</b>	<b>oui</b>	non	non
(Lourdeaux, 2001)	ferroviaire (conducteur TGV)	<b>3D+RV</b>	non	non	non
(Amokrane, 2010)	gestion des risques (sites SEVESO)	<b>3D</b>	non	<b>oui</b>	<b>oui</b>
(Binsubaih <i>et al.</i> , 2006)	sécurité routière (policier)	<b>3D</b>	non	<b>oui</b>	<b>oui</b>
(Vidani, Chittaro, 2009)	médicale (Infirmière)	<b>3D</b>	non (prévu)	non	non
(Yessad <i>et al.</i> , 2010)	gestion de l'entreprise	2D	non	non	non

Dans (Lourdeaux, 2001), Lourdeaux propose un outil à base d'ITS pour la formation des conducteurs de TGV. Lourdeaux propose le concept de HAL (Help Agent for Learning). L'environnement de formation de HAL est basé sur la réalité virtuelle avec la reproduction d'un cockpit de TGV ainsi qu'un écran géant pour afficher l'environnement 3D. Par contre HAL est mono-apprenant et n'a pas de module d'évaluation ni de système de rejeu. Dans le domaine de la gestion des risques, Buche propose PEGASE (PEdagogical Generic and Adaptive SystEm) un ITS pour la gestion des risques à bord des porte-avions, néanmoins l'outil est très restreint en terme de formation (uniquement les membres d'équipage) et n'a aucune solution pour l'évaluation et le rejeu. Toujours dans la gestion des risques, Amokrane (Amokrane, 2010) propose un outil de formation pour les sites SEVESO. HERA (Helpful agent for safeTyleaRning in virtuAl environment) traite l'évaluation des apprenants et possède un module de rejeu. Par contre HERA est mono-apprenant et ne traite pas du problème de l'évaluation collective. Dans le domaine des jeux sérieux, on peut citer les travaux de Binsubaih (Binsubaih *et al.*, 2006) qui propose un jeu sérieux pour les accidents de circulation pour la formation de policiers. Ce jeu possède un mécanisme très sophistiqué pour l'évaluation, néanmoins il reste pauvre au niveau pédagogique et de l'accompagnement des apprenants. Dans le domaine de la santé, Vidani (Vidani, Chittaro, 2009)

propose un jeu sérieux pour la formation des infirmiers, ce jeu possède un module d'accompagnement des joueurs mais reste assez limité car il ne donne pas de liberté à l'apprenant et propose des actions à réaliser. On peut voir aussi des jeux sérieux avec un environnement 2D, lorsque une description 2D suffit à représenter l'environnement d'apprentissage comme dans (Yessad *et al.*, 2010), un jeu sérieux où l'on apprend à gérer une entreprise en utilisant les différents outils informatiques (mail, imprimante, fax, ...).

L'objectif que nous avons avec SIMFOR est de garder l'aspect jeux sérieux de SIMFOR (mécanismes de jeux, environnement 3D, ...) en y ajoutant les différents modules d'un ITS, module de l'apprenant, module du domaine et le module pédagogique. Le module d'interface sera représenté par l'interface SIMFOR. Ceci permettra de garder un aspect fort de l'apprentissage ludique en confortant l'aspect adaptatif avec les modules d'un ITS.

#### 4. Nos travaux dans le cadre du projet SIMFOR

Le travail à réaliser couvre deux aspects des besoins définis de SIMFOR, ce travail a pour but de faire évoluer SIMFOR vers un ITS tout en conservant l'aspect ludique d'un jeu sérieux:

- Conception et développement d'un modèle agent reproduisant les comportements d'acteur d'un scénario.
- Conception d'une méthode d'évaluation collective à base d'agent.

Les premiers travaux ont permis dans un premier temps de répondre à des besoins immédiat du projet, pour cela il a fallu s'approprier l'architecture technique du projet. Le projet SIMFOR est développée en C++ Qt<sup>3</sup>. Nous avons ajouté un module IA (intelligence artificiel) qui permet de simuler des comportements humains et ainsi gérer les acteurs qui ne sont pas joués. Pour cela nous avons mis en place une architecture *ad hoc* agent basé sur le modèle BDI (agent de jeu) (Rao *et al.*, 1995). Nous avons facilité la conception d'agent en mettant à disposition du concepteur (du scénario) un éditeur qui permet de configurer et de paramétrer les agents.

La deuxième partie des travaux que nous avons apportés à SIMFOR est la conception d'un ITS pour le suivi des joueurs, cette partie est au début de sa conception et nous avons modélisé pour l'instant que le module de l'expert et le module de l'apprenant. Comme pour l'éditeur d'agent nous avons mis en place un éditeur pour l'ITS qui permet à un expert du domaine de spécifier pour un rôle donné les compétences à apprendre sous forme de missions.

La figure 3 décrit le fonctionnement général du système. Tout d'abord nous avons le jeu sérieux (SIMFOR dans notre cas) avec son modèle 3D, son interface utilisateur, un module de simulation, et enfin ses modèles de données (acteurs, moyens, sinistres).

---

3. <http://qt.nokia.com>



## Un Système tutoriel intelligent pour SIMFOR

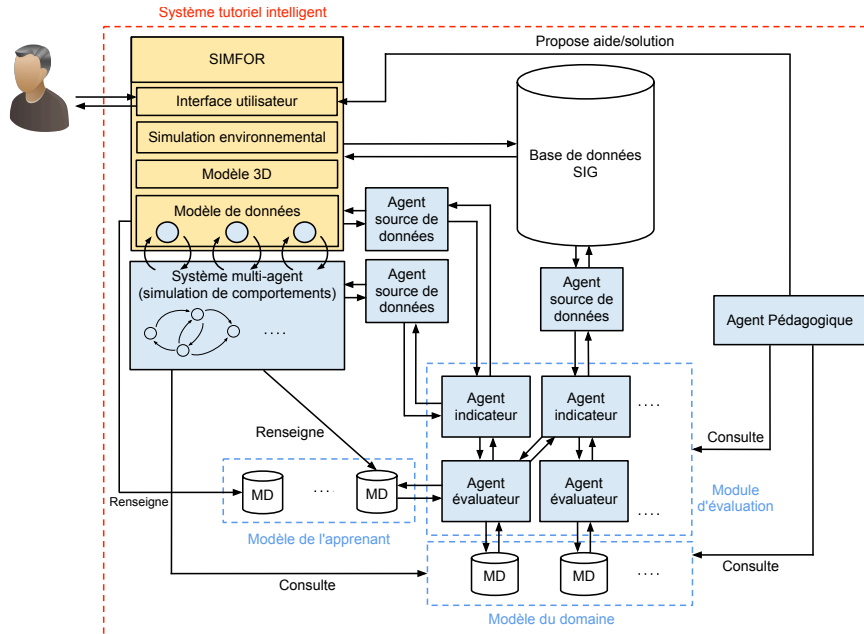


FIGURE 3. Fonctionnement général du système.

Ces derniers peuvent être manipulés par le système multi-agent en charge de simuler les comportements humains (déplacement d'un acteur, intervention sur sinistre ...). Pour chaque composant du système un agent source de données a pour mission de collecter les informations nécessaires pour le processus de monitoring. L'agent indicateur est chargé de calculer ou de sélectionner les indicateurs essentiels pour l'évaluation des apprenants. Les agents évaluateurs utilisent les indicateurs fournis par les agents indicateurs pour évaluer l'apprenant. Le résultat de l'évaluation est utilisé par la suite par l'agent pédagogique et peut servir de base pour un débriefing poste-jeu. Les agents évaluateurs ont à leur disposition une partie du modèle du domaine (partie correspondante à un rôle ou compétence à évaluer). A partir du modèle du domaine (partielle ou complet) et du modèle de l'apprenant, les agents évaluateurs peuvent comparer les actions des apprenants aux actions qui doivent être faites. Les agents évaluateurs transmettent par la suite le résultat de l'évaluation à l'agent pédagogique pour qu'il adopte la stratégie adéquate pour venir en aide à l'apprenant.

En faisant l'analogie avec les systèmes tutoriels intelligents, l'interface utilisateur ainsi que l'environnement pédagogique sont représentés dans SIMFOR avec l'interface utilisateur et l'environnement 3D (figure 3). Ce dernier joue un rôle très important car la 3D apporte un côté immersif au joueur, cette immersion permet au joueur de mieux se plonger dans son rôle et de faire abstraction de l'outil utilisé (ordinateur, simulateur, ...). Le module pédagogique est représenté par l'agent pédagogique. Ce dernier a pour mission d'analyser la situation (module d'évaluation, modèle du domaine, modèle de l'apprenant) et de sélectionner la stratégie adéquate (proposer une action, af-

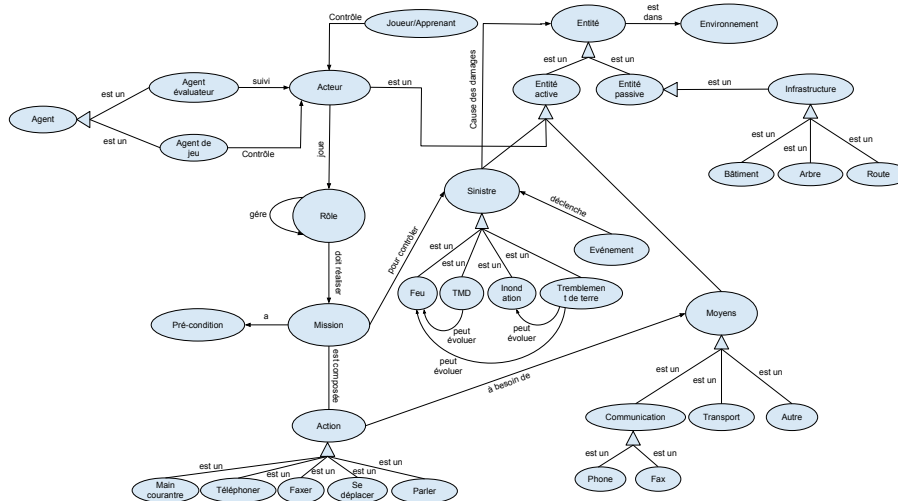


FIGURE 4. Ontologie utilisée pour SIMFOR

ficher de l'aide, corriger, ...). Pour la représentation des connaissances (modèle du domaine), nous avons opté pour une ontologie. L'ontologie permet de représenter les différents concepts de la gestion des risques de manière générique et exhaustive. Cette genericité facilite le raisonnement sur les concepts et simplifie la mise en place de scénarii. L'ontologie permet aussi de définir des règles sur les concepts, par exemple l'arrêt ou le déclenchement d'un sinistre. L'ontologie définie dans le cadre du projet SIMFOR est décrite dans la figure 4 avec le formalisme de modélisation d'ontologie utilisé par Protégé (Noy *et al.*, 2003). Cette ontologie répond pour l'instant aux besoins spécifiques de SIMFOR, mais sera étendue par la suite pour répondre d'une manière plus large à la problématique de la gestion des risques. Le modèle de l'apprenant représente les actions réalisées par l'apprenant. Ce modèle est complété au fur et à mesure de la partie par le système multi-agent en charge de simuler les comportements humains (les actions réalisées par les agents) ainsi que par SIMFOR (les actions réalisées par les joueurs).

La figure 5 illustre un exemple simplifié des missions à réaliser par l'acteur jouant le rôle du CODIS (Centres Opérationnels Départementaux d'Incendie et de Secours) pour un scénario TMD (Transport de Matière Dangereuse) que nous avons élaboré à l'aide d'un expert du domaine. Le scénario décrit un camion TMD qui s'est renversé suite à un accident de la circulation (représenté par le concept **TMD** dans l'ontologie qui hérite du concept **Sinistre**). La citerne est endommagée et de l'hydrocarbure se répand sur la chaussée. Un témoin de l'accident a donné l'alerte en appelant le CODIS (représenté par le concept **Acteur** jouant un **Rôle** dans l'ontologie). Le CODIS doit réaliser quatre missions (concept **Mission**): ayant reçu l'alerte, le CODIS doit envoyer un pompier sur les lieux pour récupérer les informations sur l'accident, ceci est représenté par la mission "envoyer pompier" qui a comme pré-condition "sinistre". Une fois les informations sur l'accident reçues (transmis par le pompier sur les lieux)

## Un Système tutoriel intelligent pour SIMFOR

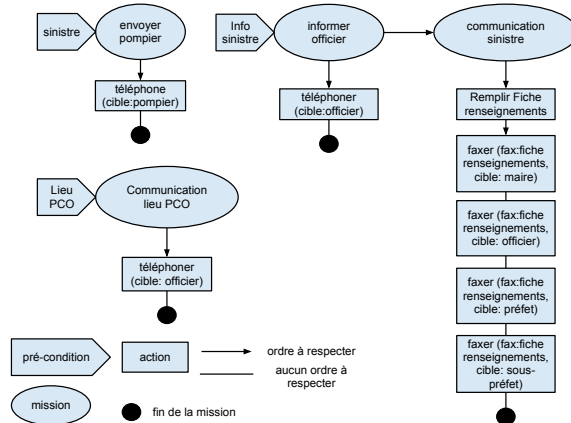


FIGURE 5. Missions à réaliser par le CODIS.

et que ces derniers confirment qu'il s'agit bien d'un accident TMD, le CODIS doit en priorité informer un officier (pompier) pour qu'il prenne les mesures nécessaires. Après le CODIS doit remplir une fiche de renseignements sur le sinistre qu'il transmet par la suite via un fax (concept **fax** dans l'ontologie qui hérite du concept **Moyens**) au maire, préfet et au sous-préfet (l'ordre n'est pas important). Enfin la dernière mission consiste à informer l'officier du lieu du PCO (poste de commandement opérationnelle) une fois ce dernier transmis par le préfet.

La figure 6 illustre un diagramme de séquence qui met en avant les communications entre les différents agents dans le cadre de l'accès aux données du jeu et à la production d'informations. La première action à réaliser par le CODIS est l'appel d'un pompier pour le prévenir de l'accident. Lorsque l'agent pédagogique sollicite une évaluation (message 1, figure 6), l'agent évaluateur va solliciter l'agent indicateur (3) qui à son tour sollicite l'agent source de données (4). Pour l'action *appeler* une personne, l'agent indicateur doit sélectionner comme indicateur le temps qu'aura mis le CODIS à réaliser l'action et les informations véhiculées durant la conversation (si l'interlocuteur est un agent, récupérer les informations à partir du dialogue). Suivant la difficulté du jeu et le niveau de l'apprenant, l'agent évaluateur va produire une évaluation (8) qui va permettre à l'agent pédagogique de sélectionner une stratégie. Cette stratégie peut varier selon le résultat de l'évaluation :

- *Laisser faire l'apprenant*: les études menées par (Schmidt, Bjork, 1992) ont montré que les apprenants ayant reçu une assistance non immédiate retiennent plus longtemps les compétences apprises. Si l'apprenant n'est pas novice, l'agent pédagogique laisse l'apprenant trouver la solution par lui-même.

- *Donner un indice* : si l'apprenant est novice, l'agent pédagogique commence par donner des indices sur la procédure à suivre.

- *Proposer une action* : si l'apprenant est bloqué (délai dépassé) l'agent pédagogique propose l'action à réaliser (dans le cas du CODIS "Téléphoner aux pompiers")

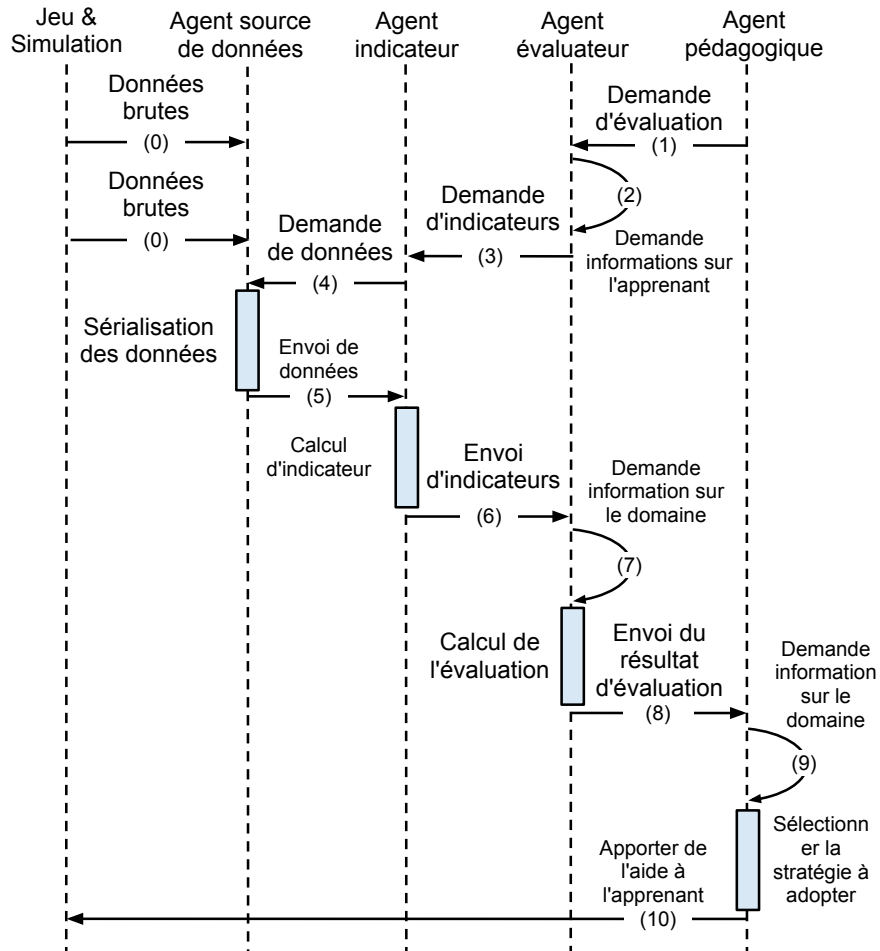


FIGURE 6. Diagramme de séquence illustrant les communications entre les différents agents.

– *Faire l'action à la place de l'apprenant* : si l'apprenant ne sait pas faire, l'agent pédagogique fait l'action à la place de l'apprenant tout en lui expliquant comment faire.

Une fois la stratégie sélectionnée, l'agent pédagogique propose l'aide à l'apprenant via l'interface utilisateur (10).

A l'heure actuelle le nombre d'actions que l'on peut réaliser dans SIMFOR est assez limité, mais permet néanmoins de faire une analyse sur l'activité de l'apprenant en comparant les actions réalisées par ce dernier au module du domaine.

## 5. Conclusion et perspectives

Dans cet article nous avons présenté le concept des jeux sérieux et leur apport au domaine de la formation. Nous mettons en avant l'analogie possible avec les systèmes tutoriels intelligents et ce que pourraient apporter ces derniers pour les jeux sérieux notamment au niveau de l'accompagnement et le suivi de l'apprenant. Nous avons présenté également notre cas d'application SIMFOR, un jeu sérieux pour la formation des non-professionnels à la gestion des risques. Les premiers travaux dans le cadre du projet SIMFOR est l'intégration des différents modules d'un ITS pour enrichir l'aspect formation dans le jeu sérieux.

Les travaux futurs dans le cadre du projet SIMFOR sont (i) de finaliser l'architecture du système multi-agent pour la simulation des acteurs non joués avec des architectures organisationnelles. (ii) En second lieu nous devons ajouter le module pédagogique de l'ITS pour le suivi des joueurs en temps réel et leur proposer des solutions pédagogiques pour les aider dans leur formation, ainsi qu'un diagnostic post-jeu qui déterminera les points faibles de l'apprenant ainsi que les compétences acquises et les compétences qui restent à apprendre. Cet ITS doit aussi permettre le suivi des agents (agent de jeu), ainsi l'évaluation individuelle et collective se base donc à la fois sur les joueurs humains et les agents (aux comportements normaux ou volontairement erronés).

## Bibliographie

- Alvarez J. (2007). Du jeu vidéo au serious game: approches culturelle, pragmatique et formelle (Thèse de doctorat, Université de Toulouse). *Institut de Recherche en Informatique de Toulouse, IRIT*.
- Amokrane K. (2010). Suivi de l'apprenant en environnement virtuel pour la formation à la prévention des risques sur des sites seveso (Thèse de doctorat, Université de Technologie Compiègne). *Laboratoire Heuristique et Diagnostic des Systèmes Complexes, Heudiasyc*.
- Anderson J. (1988). The expert module. *Foundations of intelligent tutoring systems*, p. 21–53.
- Binsubaih A., Maddock S., Romano D. (2006). A serious game for traffic accident investigators. *Interactive Technology and Smart Education*, vol. 3, n° 4, p. 329–346.
- Buche C., Querrec R., Chevaillier P., Kermarrec G. (2005, janvier). Apports des systèmes tutoriaux intelligents et de la réalité virtuelle à l'apprentissage de compétences. In *Cognito, Cahiers romans de sciences cognitives*.
- Burns H., Capps C. (1989). Foundations of intelligent tutoring systems: An introduction. *Foundations of intelligent tutoring systems*, p. 1–18.
- Garris R., Ahlers R., Driskell J. (2002). Games, motivation, and learning: A research and practice model. *Simulation & gaming*, vol. 33, n° 4, p. 441–467.

## 1<sup>ère</sup> conférence francophone sur les Systèmes collaboratifs

- Hocine N., Gouaich A. (2011). *A Survey of Agent Programming and Adaptive Serious Games*. Rapport technique. Laboratoire d'Informatique de Robotique et de Microélectronique de Montpellier - LIRMM.
- Johnson W., Rickel J., Stiles R., Munro A. (1998). Integrating pedagogical agents into virtual environments. *Presence*, vol. 7, n° 6, p. 523–546.
- Lourdeaux D. (2001). Réalité virtuelle et formation: conception d'environnements virtuels pédagogiques (Thèse de doctorat, Paris). *École des Mines de Paris*.
- Noy N., Crubézy M., Ferguson R., Knublauch H., Tu S., Vendetti J. et al. (2003). *Protégé-2000: An open-source ontology-development and knowledge-acquisition environment: Amia 2003 open source expo*. In *Amia annual symposium proceedings, vol. 2003*, p. 953.
- Querrec R., Buche C., Maffre E., Chevaillier P. (2003, mai). *Sécurévi : virtual environments for fire-fighting training*. In *Proceedings of the 5th virtual reality international conference, 2003*.
- Rao A., Georgeff M. et al. (1995). Bdi agents from theory to practice. In *Proceedings of the first international conference on multi-agent systems (icmas-95)*, p. 312–319.
- Schmidt R., Bjork R. (1992). New conceptualizations of practice: Common principles in three paradigms suggest new concepts for training. *Psychological Science*, vol. 3, n° 4, p. 207–217.
- Tricot A., Alain R. (1999). Modalités et scénarios d'interaction dans des hypermédias d'apprentissage. *Revue des sciences de l'éducation*, vol. 25, n° 1, p. 105–129.
- Vidani A., Chittaro L. (2009). Using a task modeling formalism in the design of serious games for emergency medical procedures. In *Games and virtual worlds for serious applications, 2009. vs-games'09. conference in*, p. 95–102.
- Yessad A., Labat J., Kermorvant F. (2010). Segae: A serious game authoring environment. In *Advanced learning technologies (icalt), 2010 IEEE 10th international conference on*, p. 538–540.
- Zyda M., Mayberry A., Wardynski C., Shilling R., Davis M. (2003). The moves institute's america's army operations game. In *Proceedings of the 2003 symposium on interactive 3d graphics*, p. 219–220. New York, NY, USA, ACM.