



**HAL**  
open science

# Implémentation de patrons de conception pour l'adaptation des parcours pédago-ludiques dans les jeux sérieux

Bertrand Marne, Jean-Marc Labat

► **To cite this version:**

Bertrand Marne, Jean-Marc Labat. Implémentation de patrons de conception pour l'adaptation des parcours pédago-ludiques dans les jeux sérieux. 8ème Colloque Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Enseignement (TICE 2012), Dec 2012, Lyon, France. pp.69-79. hal-00765570

**HAL Id: hal-00765570**

**<https://hal.sorbonne-universite.fr/hal-00765570>**

Submitted on 14 Dec 2012

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Implémentation de patrons de conception pour l'adaptation des parcours pédago-ludiques dans les jeux sérieux

► **Bertrand MARNE, Jean-Marc LABAT** (LIP6, Paris)

---

---

■ **RÉSUMÉ** • Pour répondre au besoin d'adaptation de la scénarisation pédagogique des jeux sérieux exprimé par des enseignants, nous avons développé un modèle pour représenter la scénarisation pédago-ludique des jeux sérieux fondé sur des patrons de conception. Puis, nous avons implémenté ce modèle dans un outil auteur permettant aux enseignants de manipuler les parcours pédago-ludiques.

■ **MOTS-CLÉS** • jeux sérieux, outils auteurs, adaptation, patrons de conception, scénarisation, modélisation

■ **ABSTRACT** • *Teachers expressed the need of adaptation of serious game scenarios. To address this need we implemented some design patterns in a formal model for serious games scenarios. Then, we implemented this model in an authoring tool meant to help teachers to adapt the scenarios of serious games to their pedagogical needs.*

■ **KEYWORDS** • *serious games, authoring tools, adaptation, design patterns, scenario, modeling*

## **1. Introduction :**

Les jeux sérieux, qui peuvent être définis comme « *l'utilisation des principes et des technologies des jeux vidéo pour des applications qui n'ont pas de caractère strictement ludique* » (Natkin, 2004), sont une approche prometteuse dans les TICE ayant notamment pour but de maintenir la motivation des apprenants. Toutefois, comme cela a été montré pour les outils TICE en général (Lefèvre, 2009 ; Ouraiba et al., 2010), nous avons observé que l'un des freins à une adoption plus grande des jeux sérieux par les enseignants est le manque d'outils d'adaptation. Notamment, il manque les outils leur permettant d'adapter la scénarisation pédagogique à leur contexte d'enseignement.

Dans le but de répondre à cette problématique, nous avons restreint le champ de notre recherche aux types de jeux sérieux sur lesquels l'équipe MOCAH travaille le plus (Marne et al., 2012a ; 2012b). Il s'agit de jeux sérieux fondés sur une métaphore intrinsèque<sup>1</sup> dans lesquels la scénarisation peut être découpée en activités. Ce découpage peut prendre des formes différentes comme une succession de niveaux, d'exercices, de quêtes, d'études de cas, etc. Notre but est donc de permettre aux enseignants de réorganiser les parcours pédago-ludiques dans le jeu sérieux.

Pour cela, nous avons construit un modèle de scénarisation pédago-ludique fondé principalement sur des patrons de conception pour les jeux sérieux. Puis, nous l'avons implémenté dans un outil auteur d'adaptation destiné aux enseignants.

Après avoir présenté les besoins de scénarisation qui nous ont été exprimés par des enseignants, nous allons faire un rapide état de l'art sur les travaux de recherche permettant de modéliser les parcours pédago-ludiques. Puis, nous présentons notre contribution sous la forme d'un modèle générique de parcours pédago-ludique (MoPPLiq). Enfin, nous décrivons un prototype d'implémentation de ce modèle (APPLiq).

## **2. Un besoin exprimé : agir sur la scénarisation pédagogique des jeux sérieux**

Dans son travail de thèse sur l'adaptation des Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain (EIAH), (Lefèvre, 2009) précise que « *Le désintérêt des enseignants vis-à-vis des EIAH est accentué par deux fac-*

---

<sup>1</sup> Les jeux sérieux à métaphore intrinsèque sont définis par (Fabricatore, 2000) comme « *[...] a virtual environment and a gaming experience in which the contents that we want to teach can be naturally embedded with some contextual relevance in terms of the game-playing [...]* »

teurs : leur manque d'expérience concernant l'utilisation des nouvelles technologies et le manque d'adéquation entre le contenu pédagogique du logiciel et les attentes des enseignants » mettant ainsi en évidence la nécessité de concevoir et mettre en œuvre des outils d'adaptation. Nous avons constaté que cette problématique de l'adaptation s'applique aussi aux jeux sérieux.

Au cours de notre travail de recherche sur la conception du jeu sérieux Donjons & Radon<sup>2</sup>, nous avons demandé à des enseignants de Sciences Physiques Chimiques Fondamentales et Appliquées (SPCFA) de construire des modèles de l'enseignement de la physique des changements d'état de l'eau. Malgré la validation de ces modèles par leur Inspectrice Pédagogique Régionale (IA-IPR), nous avons constaté qu'ils étaient tous différents, y compris assez fondamentalement sur leurs approches pédagogiques. Une discussion plénière avec ces enseignants concepteurs a mis en évidence que certains désaccords sur les stratégies pédagogiques ne pouvaient être résorbés.

Nous leur avons aussi présenté un prototype du game design de Donjons & Radon : le jeu sérieux est découpé en niveaux qui forment des donjons. Sur ce prototype, la première demande et la plus récurrente des enseignants était de pouvoir changer l'ordre des niveaux pour les organiser selon des besoins pédagogiques divergents.

Pour questionner la généricité de ce besoin d'adaptation de la scénarisation pédagogique, nous avons aussi interrogé de façon informelle d'autres enseignants sur d'autres jeux sérieux ayant les mêmes particularités : proposant un parcours pédago-ludique et reposant sur une métaphore intrinsèque. Ainsi, nous avons interrogé des enseignants de mathématiques sur l'adoption du jeu sérieux Refraction<sup>3</sup>, et des enseignants de sciences de la vie et de la Terre sur l'adoption du jeu sérieux CellCraft<sup>4</sup> en obtenant le même résultat : une des principales contraintes exprimées pour l'adoption de ces jeux sérieux est d'avoir la possibilité de choisir les niveaux qui seront joués et l'ordre dans lequel ils le seront.

Dans le but de répondre à ces demandes d'adaptation, nous formulons notre question de recherche globale ainsi : « *Quel(s) type(s) d'outil(s) auteur concevoir pour permettre aux enseignants de manipuler les parcours pédago-ludiques ?* ». Nous décomposons cette question de recherche en plusieurs

<sup>2</sup> Le jeu sérieux Donjons & Radon a pour but d'enseigner la physique des changements d'état de l'eau aux élèves de classes de 5e : <http://www.ad-invaders.com/project.php?id=19>

<sup>3</sup> <http://games.cs.washington.edu/refraction/>

<sup>4</sup> <http://www.cellcraftgame.com/Home.html>

sous-questions que nous allons étudier ici : « *Quelle modélisation utiliser pour essayer de prendre en compte tous les aspects des parcours pédaogo-ludiques d'un jeu sérieux* », « *Quelle implémentation proposer pour que ces modèles soient faciles à manipuler par des enseignants ?* », « *Quelles contraintes exercer sur de tels modèles pour que les parcours adaptés par les enseignants restent valides ?* », « *Comment aider les enseignants à maintenir une certaine liberté de choix pour l'apprenant-joueur ?* ».

Pour commencer cette étude, nous allons vous présenter un rapide état de l'art sur la scénarisation des parcours pédagogiques et ludiques dans le but d'extraire des éléments nécessaires pour fonder un modèle de scénarisation adapté aux jeux sérieux et qui pourra être manipulé par les enseignants.

### **3. État de l'art : différents aspects des scénarisations pédaogo-ludiques**

Nous avons trouvé des outils permettant de modéliser des parcours pédaogo-ludiques dans trois types de travaux de recherche : ceux qui portent sur la scénarisation pédagogique dans les EIAH, sur les jeux vidéo, et sur les jeux sérieux. Nous dégagons trois aspects de ces travaux.

Le premier aspect est la fragmentation des scénarios. Pour permettre de les modéliser, la plupart des outils que nous avons étudiés proposent de les fragmenter en composants. Inspirés notamment des EML, les modèles de scénarisation sont souvent découpés en tâches ou en activités de l'apprenant, dans le but d'atteindre un objectif. Par exemple, on retrouve ce principe dans LAMS (Dalziel, 2008). C'est un outil auteur de scénarisation destiné aux enseignants dans lequel le modèle est revendiqué comme une simplification d'IMS-LD. Il propose d'enchaîner des activités reposant sur des buts pédagogiques. Mais d'autres approches sont possibles. Du côté des EIAH, Scenedit (Emin et al., 2011) est un outil auteur qui assiste les enseignants dans la formalisation de scénarios pédagogiques. Le découpage proposé par son modèle (ISiS) est, lui, fondé sur les intentions des enseignants utilisateurs. Du côté des jeux sérieux, cet aspect a été métrissé par ScenLRPG (Mariais, 2012) qui est un outil auteur de scénarisation de jeux de rôles destinés à la formation et qui propose un modèle dans lequel les composants sont distingués non seulement par l'activité, mais aussi par l'intention et les interactions. Legadee (Marfisi-Schottman et al., 2010) est aussi un outil auteur destiné à la conception de « learning games », dans lequel le modèle pédagogique s'appuyant sur IMS-LD, permet le découpage du jeu sérieux en composants, cette fois-ci fondés sur

une métaphore cinématographique. WEEV (Marchiori, 2010) est un modèle destiné à conceptualiser les scénarios avant de les implémenter dans l'outil auteur de jeux sérieux <e-adventure>. Il propose de découper le scénario de façon géographique : chaque composant est un lieu. Du côté des jeux vidéo, la découpe en niveaux est également assez classique. Ce découpage se fonde le plus souvent sur la nature des défis proposés (Levieux, 2011). (Björk & Holopainen, 2005) proposent d'ailleurs le patron de conception « *Levels* » qui synthétise ce découpage utilisé à la fois dans les EIAH, les outils auteurs de jeux sérieux et les jeux vidéo. Ils résument *Levels* ainsi : « *A Level is a part of the game in which all player actions take place until a certain goal has been reached or an end condition has been fulfilled* ». Les auteurs préconisent d'associer la notion d'objectifs à une unité de lieu et de décorum<sup>5</sup>.

De ce découpage en niveaux nous avons dégagé un second aspect qui concerne l'organisation de ces niveaux : leur hiérarchisation et leurs branchements. Certains modèles proposent des branchements simples entre les composants, c'est le cas de ScenLRPG (Mariais, 2012) qui les enchaîne de façon linéaire, avec parfois des boucles. Certains outils comme LAMS ou Collage (Hernández-Leo et al., 2006) proposent un début de hiérarchisation. Si les composants y sont aussi chaînés de façon linéaire, certains d'entre eux sont des éléments gigognes capables de contenir à leur tour des groupes d'autres composants. Précisément, dans LAMS, ces activités conteneurs servent à faire des branchements conditionnels (Dalziel, 2008). On retrouve aussi l'idée des branchements conditionnels dans de nombreux modèles issus des EIAH (par exemple AHA! (Bra & Calvi, 1998) ou Scenedit (Emin et al., 2011)), jeux sérieux (par exemple WEEV (Marchiori, 2010) ou Storytec (Göbel et al., 2008)) et jeux vidéo (Levieux, 2011). On retrouve l'utilisation de composants hiérarchisés, voire gigognes dans certains modèles comme Legadee (Marfisi-Schottman et al., 2010). Dans celui-ci, la hiérarchisation file la métaphore cinématographique (plans, séquences, chapitres). Le patron de conception de jeux sérieux (Marne et al., 2012a) « *Objectifs hiérarchisés et pédagogiques* »<sup>6</sup> dérivé du patron de conception de jeu vidéo « *Hierarchy of Goals* » (Björk & Holopainen, 2005) synthétise la problématique de la hiérarchie des activités : « *Comment faire pour que le scénario enchaîne les objectifs pédagogiques de façon cohérente tout en restant ludique et tienne compte des performances et des choix des joueurs ?* » L'idée est de proposer d'abord de construire une hié-

<sup>5</sup> Le décorum est l'ambiance visuelle, sonore, scénaristique.

<sup>6</sup> <http://seriousgames.lip6.fr/DesignPatterns/>

rarchie des objectifs pédagogiques (cognitifs ou de compétences, c'est-à-dire connaissances, capacités, attitudes), à partir de laquelle construire des emboitements et des enchaînements à même de matérialiser les niveaux et leurs branchements.

Le dernier aspect que nous avons retenu est la mise en avant de l'adaptation des parcours aux apprenants. Dans les outils auteurs d'EIAH, la question de la modulation des parcours est d'abord envisagée de la façon la plus simple en montrant et en cachant des composants, ou de façon plus élaborée en détaillant, résumant ou illustrant des éléments (Murray, 2003). À l'extrême, il peut s'agir de moduler le composant lui-même comme dans certains hypermédias adaptatifs (Brusilovsky, 1996 ; Bra & Calvi, 1998) qui proposent d'afficher ou de masquer des liens hypertextes. Cette tendance à moduler les activités en fonction de l'utilisateur se retrouve aussi dans la scénarisation des jeux vidéos (Levieux, 2011). (Björk & Holopainen, 2005) proposent deux patrons de conception de jeu vidéo qui synthétisent cet aspect : « *Supporting Goals* » et « *Optional Goals* ». Ils proposent par le biais des objectifs (Goals) de traiter cette question de l'adaptativité : c'est en proposant des objectifs secondaires, souvent optionnels que l'on peut aider les joueurs en difficulté, ou au contraire, pimenter les défis des joueurs les plus aguerris.

Les trois aspects de la scénarisation pédago-ludique que nous avons relevés dans notre état de l'art sont bien synthétisés par les patrons de conception mentionnés ci-dessus. Grâce à eux, et en reprenant la démarche d'ingénierie de Collage (Hernández-Leo et al., 2006), nous avons construit un modèle de scénarisation pédago-ludique. Il peut être manipulé par des enseignants et prendre en compte à la fois la montée en compétence de l'apprenant-joueur et son autonomie.

#### **4. Un modèle de parcours pédago-ludique à partir des patrons de conception**

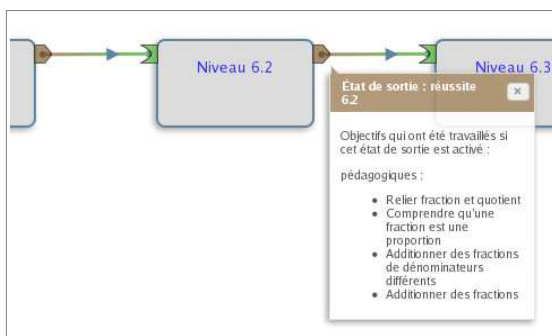
Notre modèle « MoPPLiq » (Modélisation des Parcours Pédago-Ludiques) s'inspire des travaux présentés dans l'état de l'art pour modéliser la scénarisation de jeux sérieux fondés sur des activités discrètes comme : des niveaux, des études de cas, des quêtes, etc.

Nous présentons les quatre aspects principaux de notre modèle : les **activités** discontinues, les **états de sortie** des activités pour prendre en compte les choix de l'apprenant-joueur, les **états d'entrée** des activités

pour gérer leur modulation, et enfin les possibilités de **branchements** de précedence offertes par ces états d'entrée et de sortie.

#### 4.1. Des activités discrètes caractérisées par des objectifs

Nous avons vu dans l'état de l'art que les modèles de scénarisation des EIAH, des jeux et des jeux sérieux sont découpés en séquences qui pourront ensuite être enchainées. Le patron de conception pour les jeux vidéo *Levels* (Björk & Holopainen, 2005) synthétise cette notion de discontinuité dans l'action du joueur sous forme de niveaux avec un ou des objectifs à atteindre et dont la réussite permet de mesurer la performance. Nous avons donc choisi de reprendre le principe de ce patron de conception en découpant dans notre modèle le jeu sérieux en **activités** (qui sont par exemple des exercices, des quêtes ou des études de cas). Comme dans *Levels*, ces activités sont des composants « boites noires » qui devront être caractérisés et indexés (Lefèvre, 2009 ; Rosselle et al., 2005) par des objectifs et des caractéristiques **pédagogiques** et **ludiques**. Il est nécessaire de pouvoir mesurer la performance de l'apprenant-joueur vis-à-vis de ces objectifs et de communiquer cette performance d'activité en activité.



**Figure 1** • le niveau 6.2 du jeu sérieux Refraction est modélisé par un composant (boite grise) caractérisé par des objectifs pédagogiques (signifiés dans la bulle d'information). En reliant par des flèches les sorties (pointes brunes) aux entrées (chevrons verts), on obtient un parcours péda-go-ludique entre les **activités**.

Par exemple, dans Refraction qui est un jeu sérieux visant l'apprentissage de la manipulation des fractions (divisions, multiplications, additions), l'action est découpée en niveaux/activités qui correspondent à des objectifs pédagogiques et ludiques. Dans l'exemple présenté dans la Figure 1, les objectifs pédagogiques et ludiques sont liés à une « sortie » : quand l'apprenant-joueur « sort » de l'activité, il est censé avoir atteint ou au



moins travaillé ces objectifs. Dans notre modèle MoPPLiq, une activité est donc un composant dont la sortie est caractérisée par des objectifs atteints, mais aussi par une entrée qui peut être reliée à la sortie d'autres activités. On forme ainsi un parcours pédao-ludique linéaire entre les **activités** dans lequel le passage à l'activité suivante est représenté par un lien de précedence qui est soumis à la réussite des défis (Levieux, 2011) que représentent les objectifs de l'activité.

#### **4.2. L'état de sortie de l'activité : une prise en compte des actions de l'apprenant-joueur dans les enchainements possibles des activités**

Notre état de l'art montre que les découpages dans les scénarios des EIAH et des jeux sérieux proposent une hiérarchisation de leurs composants. Le patron de conception *Objectifs hiérarchisés pédagogiques* précise qu'une structure hiérarchisée des objectifs pédagogiques et ludiques doit être modélisée dans l'enchainement des activités/niveaux. Mais aussi que cette structure doit construire un parcours adapté aux choix et à la performance du joueur.

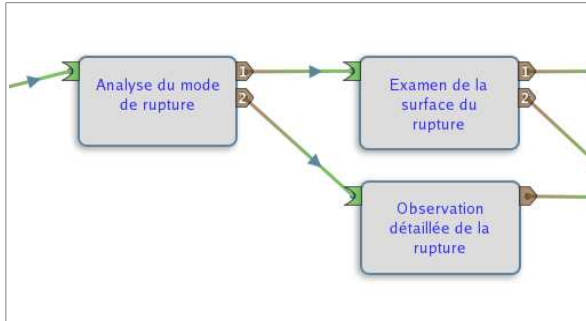
Prenant en compte ce patron de conception, nous qualifions dans notre modèle la performance du joueur au cours d'une activité grâce à plusieurs « **états de sortie** ». Ils permettent la hiérarchisation des activités sous forme d'arbre : ils sont caractérisés par des objectifs atteints par l'apprenant-joueur ou par des états particuliers du jeu et peuvent être branchés à des activités différentes en fonction des besoins de scénarisation pédagogique et ludique.

Par exemple, ECSPER (Études de Cas Scientifiques et Pratiques pour l'Expertise en Rupture)<sup>7</sup> est un jeu sérieux développé par les Écoles des Mines. Dans chaque étape qu'il propose, les joueurs peuvent être confrontés à des choix qui déterminent quelle sera leur étape/activité suivante (voir la Figure 2). Les différents états de sortie de l'activité modélisent les choix du joueur et leurs conséquences sur le jeu (qui selon les cas peuvent être liés à leur performance ou non). Ces états de sortie peuvent être branchés à des activités différentes en fonction des besoins et des contraintes pédagogiques et/ou ludiques. Les **prérequis d'entrée** de l'activité modélisent les contraintes. Les prérequis pédagogiques sont typiquement : *avoir travaillé ou acquis une compétence*. Les prérequis ludiques sont de nature

---

<sup>7</sup> <http://seriousgames.lip6.fr/site/IMG/pptx/ecsperupture20111005.pptx>

plus variée comme : *avoir actionné un mécanisme, transporter un objet, avoir parlé avec un personnage, etc.*

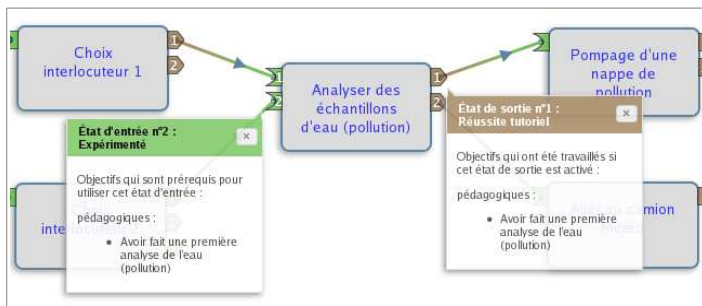


**Figure 2•** Une **activité** d'ECSPER (boîtes grises) peut mener à un choix. En fonction de celui-ci, l'**état de sortie** de l'activité diffère (pointes brunes). Ici, la première « sortie » (marquée 1) de l'activité d'*Analyse du mode de rupture* (à gauche) correspond au choix de l'étudiant d'un mode « fragile » montrant que l'objectif pédagogique « reconnaître le mode de rupture » est atteint. La seconde « sortie » (marquée 2) correspond au choix d'un mode de rupture « ductile », ce qui serait plutôt une erreur. Les branchements aux activités qui suivent ces deux états de sortie divergent : l'étudiant qui semble avoir compris le mode de rupture passe à l'activité suivante, celui qui répond faux passe dans une activité de remédiation. On obtient un branchement qui peut-être conditionné par les **prérequis d'entrée** dans une activité (les entrées étant symbolisées par les chevrons verts)

#### 4.3. Des états d'entrée différents dans les activités, pour pouvoir les moduler en fonction du modèle de l'apprenant-joueur

Nous avons vu que dans les EIAH et parfois aussi dans les jeux vidéo et les jeux sérieux, il est assez classique que les défis proposés à l'apprenant-joueur soient modulés en fonction de son profil ou de ses actions antérieures. Notamment en lui apportant une aide circonstancielle (informations, outils, objets utiles, etc.). Pour intégrer ce principe de modulation dans MoPPLiQ, nous utilisons les patrons de conception liés à *Levels* et à *Objectifs hiérarchisés pédagogiques*. *Supporting Goals* et *Optional Goals* sont des patrons de conception qui détaillent qu'il est nécessaire de disposer d'objectifs secondaires (typiquement : *lire un document, faire un exercice d'introduction, faire une recherche sur internet, etc.*) dans certains niveaux/activités, pour aider le joueur à atteindre l'objectif principal (Björk & Holopainen, 2005). Ces objectifs secondaires sont parfois optionnels et ils ne deviennent alors accessibles qu'en fonction des besoins supposés du joueur.

Dans MoPPLiq, l'activité est un composant de type « boîte noire ». Pour qu'elle puisse se moduler en proposant des objectifs secondaires, il est nécessaire de lui transmettre la nature des choix pédagogiques et ludiques faits par l'apprenant-joueur qui la concernent. Nous proposons de modéliser la transmission des actions antérieures de l'apprenant-joueur par plusieurs « états d'entrée » dans l'activité, caractérisées par des **prérequis d'entrée** différents. Ainsi, une activité modulable aura plusieurs états d'entrée (associées à des prérequis différents) correspondants à ses différents modes (liés à la présence ou à l'absence des objectifs secondaires).



**Figure 3** • l'activité (boîte grise au centre) d'analyse de l'eau de la quête « Oh la la » de Science en jeu est modulable. Le premier état d'entrée (chevron vert n° 1) correspond au laborantin novice : il n'y a pas de prérequis liés à l'expérience de laboratoire. Cet état d'entrée permet à l'apprenant de bénéficier d'un pas-à-pas. Le second état d'entrée ne permet pas de bénéficier du pas-à-pas. Il est réservé aux laborantins expérimentés, ce qui est modélisé avec le prérequis « Avoir fait une première analyse de l'eau (pollution) ».

Par exemple, Science en jeu<sup>8</sup> est un jeu sérieux de rôle massivement multijoueur en ligne découpé en quêtes, elles-mêmes découpées en activités. La quête « Oh la la » qui apprend à gérer la pollution d'une rivière se découpe principalement en deux activités de laboratoire et une activité de pompage. L'activité d'analyse de laboratoire proposée est deux fois la même, mais elle est modulée en fonction de l'expérience du joueur en techniques de laboratoire : le mode « laborantin novice » avec un tutoriel pas-à-pas, le mode « laborantin expérimenté » au cours duquel aucune aide n'est fournie. MoPPLiq permet de modéliser les niveaux d'expérience prérequis pour ces deux modes par deux **états d'entrée** différents de l'activité d'analyse de laboratoire (voir la Figure 3). Le branchement de ces différents états d'entrée avec les états de sorties des autres activités permet

<sup>8</sup> <http://www.scienceenjeu.com/>

de prendre en compte dans MoPPLiq les modulations possibles de l'activité en fonction des antécédents pédagogiques et ludiques rassemblés dans le modèle de l'apprenant-joueur. Les états d'entrée permettent aussi de prendre en compte d'autres contraintes plus larges comme le temps écoulé, la présence de plusieurs joueurs dans l'activité, ou encore la synchronisation avec des événements hors du jeu dans un dispositif mixte.

#### 4.4. Synthèse sur le modèle MoPPLiq

Notre modèle MoPPLiq repose principalement sur quatre patrons de conception qui synthétisent les principaux aspects de l'état de l'art sur les parcours péda-go-ludiques. Ce modèle prend en compte des jeux sérieux fondés sur des séquences d'activités discrètes, mais modulables en fonction des actions de l'apprenant-joueur. Ces activités comportent des états d'entrées (caractérisés par des prérequis pédagogiques et ludiques) capables de déclencher un mode précis, et des états de sortie (eux aussi caractérisés par des objectifs pédagogiques et ludiques). Le modèle des activités ainsi doté permet de construire des parcours avec des branchements de précedence plus ou moins complexes. La connaissance des objectifs atteints et des prérequis sur les aspects ludiques et pédagogiques permet de maintenir la cohérence des parcours construits.

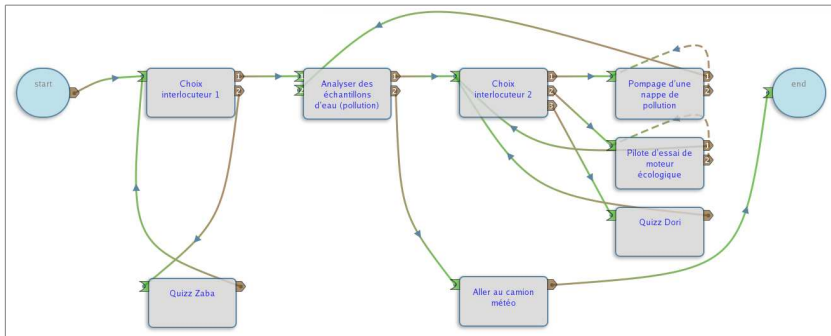
Parmi nos questions de recherche, nous voulions savoir « *Quelle modélisation utiliser pour essayer de prendre en compte tous les aspects des parcours péda-go-ludiques d'un jeu sérieux ?* » et « *Comment aider les enseignants à maintenir une certaine liberté de choix pour l'apprenant-joueur ?* » Nous avons vu dans les sections précédentes comment le modèle MoPPLiq prend en compte la plupart des parcours péda-go-ludiques des jeux sérieux fondés sur une succession d'activités, y compris en tenant compte des actions de l'apprenant-joueur.

Cependant, dans certains jeux sérieux comme CellCraft, une histoire racontée sert de liant entre les différentes activités du parcours péda-go-ludique. Dans ce cas, il est difficile de modéliser cette histoire avec les prérequis ludiques des états d'entrée et les objectifs ludiques des états de sortie. Bien que cela soit possible, il est également complexe d'intégrer des actions collaboratives dans les objectifs ludiques ou pédagogiques. Pour les jeux sérieux dans lesquels la scénarisation ne peut-être décrite en terme d'objectifs et de prérequis, le modèle MoPPLiq ne semble pas adapté.

Dans les autres jeux sérieux, il devrait s'appliquer, même si dans la majorité des cas les parcours sont simplement linaires (ex. : Refraction,

Sciences express, Food Force, StarBank, Ludiville). Il y a bien sûr des cas assez nombreux de jeux sérieux avec des branchements reposant sur les choix du joueur (Ex. : ECSPER, Donjons & Radon). Par contre, les jeux sérieux avec des activités modulables sont beaucoup plus rares (Ex. : Sciences en jeu, Défenses Immunitaires).

La relative généricité de MoPPLiq pour modéliser les parcours pédagogiques des jeux sérieux découpés en activités n'est qu'une des qualités que nous recherchons. Notre objectif principal est de proposer un modèle qui pourrait être manipulé par les enseignants dans le but d'adapter le parcours à leurs besoins pédagogiques. La clarté des représentations des parcours modélisés et la possibilité de vérification de la cohérence des parcours par l'adéquation des objectifs atteints avec les prérequis nous ont permis d'implémenter MoPPLiq dans un outil auteur d'adaptation destiné aux enseignants : APPLiq.



**Figure 4** • Ce parcours pédagogique ludique complexe est celui du début de l'*Archipel Environium* de Science et jeu, avec la quête « Oh la la » avec ses activités périphériques.

## **5. Implémentation du modèle pour permettre aux enseignants de manipuler la scénarisation des jeux sérieux**

Nous faisons plusieurs hypothèses sur la façon d'implémenter MoPPLiq. En premier lieu, nous considérons qu'APPLiq (Adaptation des Parcours Pédago-Ludiques) doit proposer aux enseignants de manipuler le modèle sous forme graphique, avec une représentation inspirée des solutions éprouvées dans les outils auteurs de jeux vidéo et de simulation, eux-mêmes dérivés des « schémas-blocs » (voir Figure 4). Ensuite, nous considérons qu'APPLiq ne doit pas contraindre l'enseignant sur la cohérence des parcours pédagogiques qu'il va construire. C'est un choix fort

que nous assumons pour laisser à l'enseignant la plus grande liberté pédagogique. Toutefois il est nécessaire qu'il soit averti des problèmes de cohérence.

À l'inverse, APPLiQ doit empêcher les incohérences ludiques, car les enseignants ne sont pas des spécialistes de ces aspects. APPLiQ doit donc les aider à maintenir la jouabilité, grâce à de l'information et des contraintes de cohérence sur les prérequis et les objectifs ludiques.

Après avoir brièvement présenté la formalisation de MoPPLiQ, nous décrivons comment la manipulation des objectifs pédagogiques par les enseignants est rendue possible par le prototype d'APPLiQ, puis comment les contraintes ludiques y sont implémentées. Enfin, nous concluons par une discussion sur ce prototype.

### 5.1. Implémentation formelle du modèle MoPPLiQ

Nous proposons une formalisation de notre modèle MoPPLiQ sous la forme d'un modèle entité-association visible sur la Figure 5.

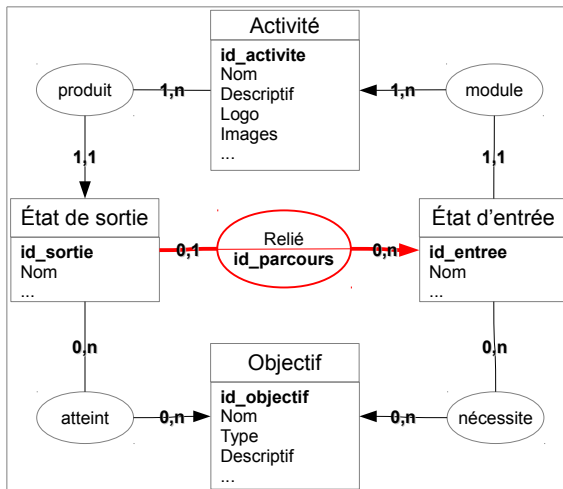


Figure 5 • Diagramme entité-association du modèle MoPPLiQ

Cette formalisation, bien que centrée sur la notion **d'activité** met surtout en avant le rôle fondamental des **états d'entrée** et de **sortie** dans la formation des **parcours**. C'est l'ensemble des associations « *Relié* » entre entités « *État de sortie* » et les entités « *État d'entrée* » qui forment un parcours. Nous avons choisi de ne distinguer les entités « *Ob-* Bertrand MARNE, Jean-Marc LABAT, Implémentation de patrons de conception pour **13** l'adaptation des parcours péda-go-ludiques dans les jeux sérieux, TICE - 2012

*jectif* » pédagogiques ou ludiques que par leur attribut « *Type* ». Les entités « *Objectif* » ne sont pas associées directement aux entités « *Activité* », mais aux entités « *États d'entrée* » (« *nécessite* ») et « *État de sortie* » (« *atteint* »). Les cardinalités des associations permettent de s'assurer que les entités « *Activité* » sont associées à un nombre  $n > 1$  d'entités « *États d'entrée* » et « *État de sortie* » ; que les entités d'« *Objectif* » peuvent être librement associées aux entités « *États d'entrée* » et « *État de sortie* » et enfin que les entités « *État de sortie* » ne s'associent bien qu'une seule fois maximum, alors que les entités « *États d'entrée* » peuvent être associées  $n$  fois.

Ce modèle entité-association de MoPPLiq a servi de socle au prototype de l'application APPLiq que nous présentons dans la section suivante.

## **5.2. Manipulation des parcours pédagogiques avec APPLiq**

Le prototype d'APPLiq est une application « web » réalisée en PHP/MySQL qui produit des pages XHTML avec leurs CSS. Les interactions avec l'utilisateur sont gérées par des liens HTML classiques et du JavaScript.

Comme dans LAMS (Dalziel, 2008), APPLiq permet de choisir des activités à chaîner, indexées par leurs objectifs pédagogiques. Les informations sur les objectifs prérequis ou à atteindre sont affichées par des bulles au survol des activités (boîtes grises), des états d'entrée (pointes brunes) et des états de sortie (chevrons verts) visibles sur les Figure 3 et 4 générées par APPLiq. Les activités, disposées automatiquement, peuvent être déplacées par des glisser-déposer.

La Figure 6 montre les informations détaillées sur une activité : d'une part les objectifs atteints et prérequis associés aux états d'entrée et de sortie de l'activité. Et d'autre part les objectifs qui sont associés aux états de sortie des activités qui précèdent dans le parcours : ce sont ceux qui ont été travaillés précédemment par l'apprenant-joueur. Les informations sur les objectifs ludiques peuvent être masquées par l'utilisateur pour alléger l'interface.

La Figure 7 montre le formulaire de connexion entre deux activités, par le biais de leurs états d'entrée et de sortie. Si une incohérence pédagogique entre les objectifs atteints et prérequis est détectée, un message d'information s'affiche et le bouton de validation du formulaire change : de « *Connecter* », il devient « *Connecter quand même ?* »

L'interface que nous avons conçue propose un maximum d'informations sur les aspects pédagogiques aux enseignants, sans les contraindre dans leurs choix pédagogiques. Toutefois, si les informations ludiques sont moins visibles, il existe néanmoins un mécanisme de gestion de la contrainte ludique.

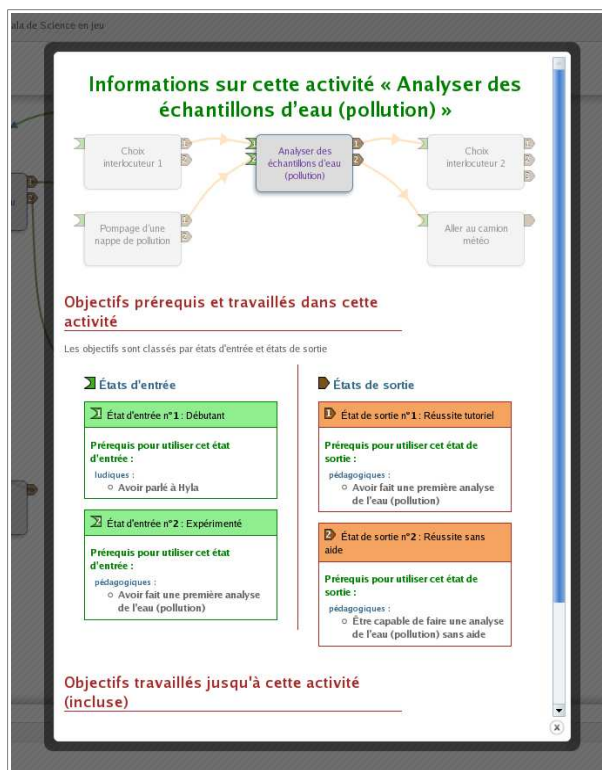


Figure 6 • Informations détaillées sur une activité, proposées dans une fenêtre modale.

### 5.3. Gestion des contraintes ludiques par les « activités tampons »

En nous fondant sur (Charlier, 1989) qui estime que l'enseignant est « *un spécialiste capable de choisir, parmi une série de possibilités, la plus adaptée à une situation éducative déterminée* », nous avons considéré qu'en tant qu'expert pédagogique, il devait être libre de construire les parcours pédagogiques dans les jeux sérieux comme il l'entend. Y compris avec des incohérences, à condition qu'elles lui soient signalées. Mais, ces construc-



tions pédagogiques peuvent aussi introduire des incohérences ludiques. Par exemple, si un marteau est nécessaire dans une activité, mais que l'enseignant n'a pas introduit dans son parcours les activités permettant à l'apprenant-joueur de l'obtenir, alors l'activité utilisant le marteau ne peut plus être terminée. Le parcours devient incohérent du point de vue ludique. C'est pourquoi nous avons introduit la question de recherche suivante : « *Quelles contraintes exercer sur de tels modèles pour que les parcours adaptés par les enseignants restent valides ?* »

**Manipulation des liens**

Cette sortie n'est pas encore connectée.

**Connecter deux activités**

Choisir l'activité source  
Apprentissage

Choisir l'activité cible  
Avec Marteau

**Objectifs travaillés avec cet état de sortie**

**pédagogiques :**

- Savoir que l'eau solide a une forme propre

**ludiques :**

- Avoir un thermomètre

**Objectifs travaillés durant le parcours (activité incluse)**

**pédagogiques :**

- Savoir reconnaître de l'eau
- Savoir que l'eau solide a une forme propre

**ludiques :**

- Avoir un thermomètre

**Objectifs prérequis avec cet état d'entrée**

**ludiques :**

- Avoir un marteau

L'objectif ludique « Avoir un marteau » est nécessaire...

... pour l'activité que vous avez choisie et ne peut pas être acquis dans le parcours qui la précède.

Nous vous proposons d'insérer une autre activité pour obtenir l'objectif ludique qui manque

Marteau

Choisir plutôt cette activité

Connecter quand même ?

start

**Figure 7** • Formulaire de connexion de deux activités (par leurs états d'entrée et de sortie). Il présente les objectifs pédagogiques (et ludiques) travaillés (à gauche) et prérequis (au centre). Lorsqu'il y a incohérence entre les objectifs ludiques travaillés et prérequis, une **activité tampon** est proposée (à droite)

Pour y répondre, nous proposons d'introduire la notion d'**activités tampons** : leur état d'entrée se caractérise par l'absence de prérequis. Dans notre exemple de parcours dans lequel le marteau est manquant, l'insertion d'une activité tampon permettant de l'obtenir en amont de l'activité qui l'utilise permet de retrouver la cohérence ludique (voir Figure 7). Afin de ne pas casser la cohérence pédagogique voulue par l'enseignant qui construit le parcours, nous préconisons que ces activités tam-

pons ne soient pas associées à des objectifs pédagogiques, mais seulement ludiques. Dans notre exemple, l'activité tampon n'est donc qu'une phase de jeu au cours de laquelle l'objectif d'obtenir le marteau doit être atteint par l'apprenant-joueur. Bien sûr, les incohérences résolues par les activités tampons ne se limitent pas à la récupération d'un objet. Il s'agit de satisfaire les prérequis ludiques aussi divers qu'ils soient (cf. 4.2.).

Dans l'interface d'APPLiQ, lorsque la connexion d'états d'entrée et de sortie fait apparaître une incohérence ludique, une ou plusieurs activités tampons sont proposées pour résoudre cette incohérence (voir Figure 7).

La faiblesse principale de cette approche est que toutes les activités tampons permettant d'atteindre chacun des objectifs ludiques doivent avoir été conçues avec le jeu pour être disponibles dans APPLiQ. Nous suggérons donc de réduire le nombre de ces activités tampons à développer en permettant à chacune d'elles d'atteindre plusieurs objectifs ludiques.

Ce point s'ajoute aux autres éléments qui nourrissent notre réflexion sur le prototype d'APPLiQ et sur son efficacité à répondre à nos questions de recherche.

#### **5.4. Discussion sur le prototype d'APPLiQ et proposition de spécifications pour des jeux sérieux adaptables**

Pour nourrir notre discussion sur MoPPLiQ et son implémentation APPLiQ, nous n'avons pas encore eu la possibilité de mettre en place une expérimentation faute de jeux sérieux compatibles : c'est-à-dire dont la scénarisation pourrait être modifiée. Il nous manque notamment des jeux sérieux dans lesquels nous pourrions changer l'ordre des activités à partir des parcours reconstruits par les enseignants dans APPLiQ. Avant de détailler nos recommandations pour le développement de jeux sérieux qui pourront être adaptés par des enseignants avec APPLiQ, nous présentons quelques éléments d'évaluation au travers de notre propre inspection.

Notre inspection du premier prototype d'APPLiQ montre que certains aspects fonctionnels et ergonomiques doivent être revus. Sur le plan fonctionnel, une de nos priorités est de travailler à l'introduction de fonctionnalités de partage des parcours adaptés entre utilisateurs. Nous souhaitons aussi introduire la possibilité de donner aux enseignants des informations sur le temps de jeu de chaque parcours. En ce qui concerne l'ergonomie, de nombreuses améliorations sont envisagées : rendre le choix des activités dans les branchements plus simple, présenter les informations de fa-

çon plus claire et concise et bien d'autres que nous envisageons désormais de tester dans une conception itérative, centrée utilisateur.

Pendant, pour parvenir à une conception centrée utilisateur, il faut que nous ayons des jeux sérieux compatibles avec APPLiQ à adapter. Notre équipe de recherche s'appuie sur le framework de développement de jeux sérieux « *Genome* » qu'elle co-développe dans le cadre d'une thèse CIFRE avec KTM-Advance pour en réaliser. Entièrement déclaratif, « *Genome* » permet de suivre nos quatre recommandations pour développer des jeux sérieux adaptables :

1. Nous rappelons qu'APPLiQ se destine à l'adaptation des jeux sérieux décomposés en activités (niveaux, quêtes, exercices, études de cas, etc.). En conséquence, nous conseillons aux concepteurs de s'appuyer sur le modèle MoPPLiQ pour définir les activités du jeu sérieux (avec leurs états d'entrée, de sortie et leurs objectifs pédagogiques et ludiques). Mais aussi de l'utiliser pour définir le parcours par défaut.
2. Pour que le parcours puisse être manipulé par APPLiQ, il est nécessaire qu'il soit déclaré dans un fichier (nous proposerons un schéma XML) où sont définis les enchaînements et qui serait chargé à l'initialisation du jeu sérieux. En modifiant ce fichier, APPLiQ pourra donc modifier l'ordre des activités.
3. Pour permettre les branchements liés aux états de sortie d'une activité, le jeu sérieux doit être capable au cours d'une transition entre deux activités d'évaluer quels sont les objectifs pédagogiques atteints par l'apprenant-joueur. Ou au moins de distinguer les différents cas correspondant à l'accomplissement de ces objectifs. Il s'agit soit d'évaluer la performance du joueur, soit d'enregistrer ses choix quand ils sont liés aux états de sortie utilisés dans la modélisation. Pour permettre la modulation des activités et les branchements aux états d'entrée, il faut que le jeu sérieux soit capable de tenir à jour un modèle de l'apprenant-joueur contenant les objectifs qu'il a atteints, afin de moduler certaines activités en fonction de ceux-ci.
4. Enfin, pour qu'APPLiQ permette aux enseignants de manipuler la scénarisation pédagogique sans casser la cohérence ludique, il faut inclure dans le jeu sérieux des activités tampons permettant d'atteindre chacun des objectifs ludiques contenus dans les autres activités.

Pour parvenir à évaluer APPLiQ et MoPPLiQ le développement de jeux sérieux reprenant ces quatre recommandations est une nécessité.

## 6. Conclusion

Pour répondre au besoin d'adaptation de la scénarisation pédagogique exprimé par des enseignants, nous avons conçu le modèle MoPPLiq (Modélisation du Parcours Pédago-Ludique) en nous inspirant de patrons de conception qui synthétisent les principaux aspects de l'état de l'art. MoPPLiq est suffisamment robuste pour modéliser la scénarisation d'une grande partie des jeux sérieux dans lesquels il existe un découpage en activités ou niveaux, et pour permettre de manipuler cette scénarisation en vérifiant la cohérence pédagogique et ludique. Ces qualités sont au cœur du fonctionnement de l'application APPLiq (Adaptation des Parcours Pédago-Ludiques) que nous destinons aux enseignants : tout en leur laissant la plus grande liberté pédagogique, APPLiq leur permet de changer la scénarisation pédagogique en maintenant la cohérence ludique grâce au concept d'activité tampon qu'APPLiq intercale automatiquement quand c'est nécessaire.

Pour pouvoir tester notre prototype d'APPLiq auprès des enseignants, nous avons besoin de jeux sérieux compatibles, c'est pourquoi nous avons proposé quatre recommandations pour développer des jeux sérieux adaptables.

## 7. Bibliographie

(Björk & Holopainen, 2005) Björk S., Holopainen J. *Patterns in game design*. Cengage Learning, 2005. 452 p.

(Bra & Calvi, 1998) Bra P. D., Calvi L. « AHA! An open Adaptive Hypermedia Architecture ». *New Review of Hypermedia and Multimedia*. 1998,. Vol. 4, n°1, p. 115-139.

(Brusilovsky, 1996) Brusilovsky P. « Methods and techniques of adaptive hypermedia ». *User Modeling and User-Adapted Interaction*. 1996,. Vol. 6, n°2, p. 87-129.

(Charlier, 1989) Charlier E. *Planifier un cours, c'est prendre des décisions*. Bruxelles : De Boeck Université ; Paris : diff. Ed. universitaires, 1989. 154 p.

(Dalziel, 2008) Dalziel J. « Using LAMS Version 2 for a game-based Learning Design ». *Journal of Interactive Media in Education*. 19 décembre 2008,. Vol. 2008, n°2.

(Emin et al., 2011) Emin V., Pernin J. P., Guéraud V. « Scénarisation pédagogique dirigée par les intentions ». *Revue Sticef*. 2011. Vol. 18, 2011.

(Fabricatore, 2000) Fabricatore C. « Learning and Videogames: an Unexploited Synergy ». In : *2000 AECT National Convention - a recap*. Long Beach, CA : Secaucus, NJ : Springer Science + Business Media, 2000.

(Göbel et al., 2008) Göbel S., Salvatore L., Konrad R. « StoryTec: A Digital Storytelling Platform for the Authoring and Experiencing of Interactive and Non-Linear Stories ». In : *2008 International Conference on Automated Solutions for Cross Media Content and Multi-Channel Distribution (AXMEDIS)*. Florence, Italy, 2008.p. 103-110.

(Hernández-Leo et al., 2006) Hernández-Leo D., Villasclaras-Fernández E., Jorrín-Abellán I., Asensio-Pérez J., Dimitriadis Y., Ruiz-Requies I., Rubia-Avi B. « Collage, a Collaborative Learning Design Editor Based on Patterns ». janvier 2006.

Bertrand MARNE, Jean-Marc LABAT, Implémentation de patrons de conception pour **19** l'adaptation des parcours pédago-ludiques dans les jeux sérieux, *TICE - 2012*

## Bertrand MARNE, Jean-Marc LABAT

(Lefèvre, 2009) Lefèvre M. *Processus unifié pour la personnalisation des activités pédagogiques: méta-modèle, modèles et outils*. Informatique. Lyon : Université Claude Bernard Lyon 1, 2009. 369 p.

(Levieux, 2011) Levieux G. *Mesure de la difficulté dans les jeux vidéo*. Informatique / Multimedia. Paris, France : CNAM, 2011. 214 p.

(Marchiori, 2010) Marchiori E. J. « WEEV: A Multidisciplinary Approach to Educational Game Development ». 2010.

(Marfisi-Schottman et al., 2010) Marfisi-Schottman I., George S., Frank T.-B. « Tools and Methods for Efficiently Designing Serious Games ». In : *Proceedings of ECGBL 2010 The 4th European Conference on Games Based Learning*. Copenhagen, Denmark, 2010.p. 226-234.

(Mariais, 2012) Mariais C. *Modèles pour la conception de Learning Role-Playing Games en formation professionnelle*. Université de Grenoble, 2012.

(Marne et.al, 2012a) Marne B., Wisdom J., Huynh-Kim-Bang B., Labat J.-M. « The Six Facets of Serious Game Design: A Methodology Enhanced by Our Design Pattern Library ». In : *21st Century Learning for 21st Century Skills (EC-TEL 2012)*. Saarbrücken, Germany : Springer Berlin / Heidelberg, 2012.p. 208-221.

(Marne et. al, 2012b) Marne B., Wisdom J., Huynh Kim Bang B., Labat J.-M. « A Design Pattern Library for Mutual Understanding and Cooperation in Serious Game Design ». In : *Proceedings of the 11th International Conference on Intelligent Tutoring Systems (ITS 2012)*. Chania, Crete : Springer Berlin / Heidelberg, 2012.p. 135-140.

(Murray, 2003) Murray T. « An Overview of Intelligent Tutoring System Authoring Tools: Updated Analysis of the State of the Art ». In : *Authoring Tools for Advanced Technology Learning Environments*. Pays-Bas : Dordrecht ; Boston ; London : Kluwer Academic Publishers, cop. 2003, 2003.p. 491-544.

(Natkin, 2004) Natkin S. *Jeux vidéo et médias du XXIe siècle*. Paris : Vuibert, 2004. 112 p.

(Ouraiba et al., 2010) Ouraiba E. Amine, Choquet C., Cottier P., Després C., Jacoboni P. « Engineering of Open Learning Scenarios - The Case of Hop3x Learning Scenarios ». In : *2010 IEEE 10th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)*. 2010.p. 264 -268.

(Rosselle et al., 2005) Rosselle M., Bessagnet M.-N., Carron T. « Comment intégrer des logiciels issus de la recherche en EIAH ? ». *Revue Sticef*. 2005. Vol. 12, 2005.