



HAL
open science

Méthodologie, modèles et outils pour la conception de Learning Games

Iza Marfisi-Schottman

► **To cite this version:**

Iza Marfisi-Schottman. Méthodologie, modèles et outils pour la conception de Learning Games. Gestion et management. INSA de Lyon, 2012. Français. NNT : 2012ISAL0103 . tel-00762855v2

HAL Id: tel-00762855

<https://theses.hal.science/tel-00762855v2>

Submitted on 12 Jun 2013

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.

N° d'ordre de thèse 2012ISAL0103
Année 2012

Thèse

Méthodologie, modèles et outils pour la conception de Learning Games

Présentée devant
L'institut national des sciences appliquées de Lyon

Pour obtenir
Le grade de docteur

École doctorale
Informatique et Mathématiques

Directeurs de thèse
Pr. Franck Tarpin-Bernard
Dr. Sébastien George

Par
Iza Marfisi-Schottman

Soutenue le 28 novembre 2012 devant le jury composé de :

M. Pascal Estraillier	Professeur (Univesité de la Rochelle), Rapporteur
M. Sébastien George	Maître de Conférences HDR (INSA de Lyon), Co-Directeur
M. Jean-Marc Labat	Professeur (Université UPMC, Paris 6), Rapporteur
Mme. Domitile Lourdeaux	Maître de Conférences HDR (UTC), Examineur
M. Thierry Nodenot,	Professeur (IUT de Bayonne), Examineur
M. Patrick Prévôt	Professeur (INSA de Lyon), Examineur
M. Franck Tarpin-Bernard	Professeur (Université de Grenoble), Directeur

Laboratoire d'InfoRmatique en Image et Systèmes d'information

Remerciements

Je tiens en premier lieu à saluer le travail des rapporteurs Pascal Estrailier et Jean-Marc Labat et qui ont relevé le défi de lire ce manuscrit. Je remercie également Jean-Pierre Jessel, Domitile Lourdeaux, et Patrick Prévôt d'avoir accepté de faire partie de mon jury.

Cette thèse n'aurait jamais vu le jour sans l'aide précieuse de mes directeurs de thèse, Franck Tarpin-Bernard et Sébastien George. Ils m'ont offert la possibilité d'explorer mes propres pistes tout en veillant à ce que je ne m'égare pas. Durant ces dernières années, Franck m'a montré qu'il était possible de mener de front une dizaine de vies simultanément. Ayant été témoin de son investissement dans de multiples projets, je le suspecte d'avoir découvert un moyen de remonter le temps. Je n'ai pour l'instant aucune preuve tangible mais je compte bien découvrir son secret. Sébastien, quant à lui, m'a donné le parfait exemple du chercheur passionné et intègre n'hésitant pas à passer ses week-ends à corriger mes articles broussailleux et mes interminables chapitres de thèse. Je dirais même qu'il incarne la figure d'enseignant-chercheur idéale à laquelle j'aimerais un jour ressembler.

Je remercie également les membres du LIRIS et notamment M. Prévôt pour nos conversations scientifiques enrichissantes qui sont à la base de nombre de mes travaux. Merci aussi à Madeth et Charlotte pour leur amitié et leur soutien moral.

Je tiens aussi à remercier toute l'équipe du LIP6 de m'avoir soutenue pour le poste d'ATER à Paris 6 qui a permis de financer ma dernière année de thèse. Merci à eux et aux personnes qui m'ont accueilli dans leur bureau : Bertrand, Pradeepa, Mathieu, Naima et Yvonnick où j'ai passé de merveilleux moments intellectuellement réjouissants !

Un grand merci à David Oriol qui m'a pourvue d'une place dans son bureau à mon arrivée à Paris et qui m'a entraînée dans de superbes aventures auprès de l'association des doctorants DocUp.

Je remercie ma Maman d'être la preuve vivante qu'il est possible d'écrire non pas une, mais deux thèses ! Cet exploit m'a beaucoup donné à réfléchir lors de cette dernière année... Pour ma part, je crois qu'une me suffira amplement. Merci aussi à mon Papa qui m'a transmis ses gènes de passionné qui me tiennent éveillée jusqu'à tard dans la nuit.

Un grand merci à ma meilleure amie, Elsa Margot qui, sans le vouloir, a réussi à résoudre le bug du siècle et qui a surtout redonné confiance à mon moi artistique qui m'avait beaucoup fait défaut.

Merci à Carl qui m'a certainement sauvée d'une calvitie précoce en m'accordant généreusement son temps pour m'expliquer les rouages du FLEX.

Je suis extrêmement reconnaissante aux trois game designers, Cyril Dupont, Guillaume Barry et Julien Millet, qui ont accepté de m'ouvrir les portes de leurs entreprises de jeux vidéo et de m'expliquer leur fonctionnement alors qu'une vingtaine d'autres m'a claqué la porte au nez. Les précieuses connaissances, si bien gardées, que j'ai pu recueillir m'ont été très utiles.

Je remercie également Nolwen Huet et Marie Peterlongo pour le temps qu'elles m'ont consacré et leurs conseils experts sur l'utilisation des champs de LOMFR.

Enfin, je remercie les braves expérimentateurs qui ont participé à la dernière étape cruciale de ma thèse, à savoir la longue évaluation de LEGADEE : Pierre Benech, Luca Bisognin, Pierre-Antoine Champin, Maud Ducossin, Naima El-Kechai, Valerie Emin, Elise Lavoué, Christelle Mariais, Jean-Charles Marty, Bertrand Marne, Patrick Mathieu, Christine Michel, Alain Mille et Pradeepa Thomas. Je souhaite leur exprimer toute ma gratitude pour leur dévouement à ma cause.

Les **Serious Games** sont des jeux vidéo qui n'ont pas pour objectif premier le divertissement et qui peuvent être utilisés pour l'enseignement. Pertinents dans de nombreux domaines d'éducation, ils posent pourtant des problèmes liés à leur création fastidieuse et coûteuse en moyens et en temps. Dans cette thèse, nous nous intéressons tout particulièrement aux Serious Games pour l'éducation, appelés **Learning Games** (LG) et plus particulièrement aux LG pour la formation continue pour les étudiants en école d'ingénieur.

Tout d'abord, nous avons procédé à une **étude des besoins concrets** des créateurs de LG, ainsi qu'à un **état de l'art des méthodologies et des outils existants**. En premier lieu, ces recherches nous ont montré qu'il n'existait aucune solution adaptée pour faciliter la collaboration entre les différents concepteurs de LG, occupant des rôles complémentaires (expert du domaine, expert pédagogique, game designer...). Nos recherches mettent également en avant le besoin de modélisation et de représentation du scénario du LG pour aider les concepteurs à imaginer un LG qui soit à la fois ludique et attractif tout en gardant le fort potentiel éducatif indispensable à la formation.

Pour répondre au premier besoin, nous proposons une **méthodologie globale de création collaborative** de LG, détaillant chaque tâche des acteurs ainsi que les outils mis à leur disposition. Parmi ces outils, nous proposons un schéma de métadonnées pour trouver des composants logiciels de LG réutilisables adaptés à chaque situation.

Pour répondre au deuxième besoin, nous proposons un **modèle de scénarisation** de LG qui représente d'un côté la structure pédagogique choisie par l'expert pédagogique et de l'autre côté la mise en scène ludique imaginée par le *game designer*. Nous proposons également une modélisation spécifique des éléments pédagogiques et ludiques que les concepteurs doivent intégrer au scénario du LG (compétences métiers, personnages, commentaires ...).

Pour vérifier nos propositions, nous avons développé un **environnement informatique** d'aide à la conception, appelé **LEGADEE** (*LEarning GAme DESign Environment*). LEGADEE guide chaque concepteur avec une « barre d'outils » adaptée à son rôle spécifique. L'environnement propose également un système de validation qui

analyse la création en cours et propose des indicateurs pour élaborer un scénario équilibré et complet qui intègre les compétences cibles définies aux débuts du projet.

Enfin, nous avons imaginé un **protocole d'évaluation** pour valider notre environnement auteur ainsi que la méthodologie et le modèle proposés. À l'aide de critères d'évaluation, définis par des experts, qui prennent en compte notamment les aspects pédagogiques et ludiques, nous comparons 24 scénarios de LG dont la moitié a été conçu avec LEGADEE et la moitié sans. Notre évaluation montre que l'utilisation de notre outil a tendance à améliorer certains critères qualité des LG. Elle montre aussi les limites de nos hypothèses et donne des pistes d'améliorations futures, tant sur LEGADEE que sur la méthode d'évaluation elle-même.

Mots-clés : Serious Games, Learning Games, éducation, conception, méthodologie, modélisation, scénario, collaboration, outil auteur, évaluation.

Serious Games are computer games that are designed for a primary purpose other than pure entertainment and that can be used for teaching. Although they are relevant to many fields of education, their development remains very expensive and time consuming. In this thesis, we focus mainly on **Learning Games** (LGs), that is on Serious Games designed for educational purposes, and more specifically on LGs used for training students in engineering schools.

The first part of the thesis is devoted to an analysis of **the needs of those who create LGs** and a state of the art in terms of **methodologies and tools available**. Our study shows the need to facilitate collaboration between the various actors, with complementary roles, involved in the development of a LG (domain expert, pedagogical expert, game designer ...). Our research also highlights the need for models and visual representations of the LG scenario to facilitate the design of LGs that are fun and attractive while still maintaining their educational values.

To address the first need, we propose a **global collaborative methodology for creating LGs** in which we identify the tasks assigned to each actor who is involved in the creation process and the tools available. Among these tools, we propose a metadata schema to help the actors find LG software components in order to reuse them in their new LG.

To meet the second need identified by our preliminary study, we propose a **LG scenario model** that represents the educational structure chosen by the pedagogical expert and also the way this structure is integrated into a game scenario imagined by the game designer. In addition, we propose a specific model to represent the educational items and the fun elements that the designers must integrate into the LG (professional skills, characters, comments...).

To reify our proposals, we have developed an **authoring environment** called **LEGADEE** (LEarning Game DEsign Environment) that guides each designer with a "toolbar" adapted to his or her role. The environment also provides a validation system that analyzes the ongoing creation and shows a selection of indicators to help the designer develop a balanced, comprehensive scenario that integrates all the educational goals identified at the beginning of the project.

Lastly, we have designed an **evaluation protocol** to validate our authoring environment as well as the methodology and the models proposed. By using a set of criteria defined by experts that take the educational and fun qualities of the LG into account, we compare 24 LGs of which half were created with LEGADEE and half without. Our evaluation indicates that our tool tends to improve the quality of LGs at several levels. It also brings to light the limits of our work and provides guidance for future improvements of LEGADEE and the evaluation process itself.

SOMMAIRE

Chapitre 1. Problématique et objet de recherche	23
1.1 L'apprentissage par le jeu	25
1.1.1 Concept général de l'apprentissage par le jeu	25
1.1.2 Bref historique des recherches menées sur l'apprentissage par le jeu	27
1.2 Notre objet de recherche : les Learning Games	30
1.2.1 Positionnement par rapport aux Serious Games	31
1.2.2 Choix de la terminologie « Learning Game »	33
1.2.3 Définition de Learning Game	34
1.2.4 Des Learning Games pertinents pour la formation	37
1.2.5 L'héritage de L'INSA de Lyon	38
1.3 Questions, hypothèses et objectifs de recherche	39
1.3.1 Les Learning Games, des investissements coûteux et risqués	39
1.3.2 Identification des besoins des créateurs de Learning Game	40
1.3.3 Questions de recherche et hypothèses	42
1.4 Méthodologie de recherche	44
1.4.1 Études des besoins des concepteurs	44
1.4.2 État de l'art des méthodologies et des outils pour la conception de LG	45
1.4.3 Élaboration des propositions avec une démarche itérative et participative	45
1.4.4 Implémentation incrémentale de la plateforme LEGADEE	46
1.4.5 Validation des propositions	46
Chapitre 2. État de l'art des méthodologies, des méthodes et des outils pour la conception de Learning Games	49
2.1 Méthodologies globales de création collaborative de formation et/ou de jeu	53
2.1.1 Méthodologies globales de création collaborative de formation e-learning	53
2.1.2 Méthodologies globales de création collaborative de jeux vidéo	57
2.1.3 Méthodologies de création collaborative de Learning Games	60
2.1.4 Synthèse sur les méthodologies globales de création collaborative	64
2.2 Modèles pour faciliter la scénarisation de Learning Games	67
2.2.1 Sous-objectif B1 : Assister la conception de structuration pédagogique	68
2.2.2 Sous-objectif B2 : faciliter la rédaction de spécifications claires pour l'équipe de développement	78
2.2.3 Sous-objectif B3 : faciliter la rédaction de spécifications claires pour l'équipe de développement	82
2.3 Étude des outils auteurs de Learning Games	85
2.3.1 Rappel des objectifs	85
2.3.2 L'outil auteur SceneLRPG	86
2.3.3 La plateforme <E-Adventure>	88
2.3.4 L'environnement de conception Storytec	90
2.3.5 La plateforme PLAGER-VG	93
2.3.6 Synthèse de l'état de l'art des outils auteurs de LG	95
2.3.7 Caractéristiques voulues pour notre futur outil auteur	96

Chapitre 3. Proposition d'une méthodologie globale de création collaborative de Learning Games	101
3.1 Méthodologie globale de création de Learning Games	105
3.1.1 Identification des rôles	106
3.1.2 Identification des phases de la création d'un Learning Game.....	107
3.1.3 Processus global de création d'un Learning Game	114
3.1.4 Caractéristiques phares de notre méthodologie	116
3.2 Processus détaillé pour la phase de conception.....	117
3.2.1 Étape 1 : choix du modèle de scénario de LG.....	118
3.2.2 Étape 2 : description générale du Learning Game	120
3.2.3 Étape 3 : recherche de composants logiciels	121
3.2.4 Étape 4 : description détaillée du Learning Game	122
3.2.5 Étape 5 : contrôle de l'apport pédagogique.....	122
3.2.6 Étape 6 : spécifications pour l'équipe de réalisation	122
3.3 Proposition d'un schéma de métadonnées pour les composants logiciels de Learning Game	123
3.3.1 Tour d'horizon sur la capitalisation de composants de Learning Game	124
3.3.2 Typologie de composants à capitaliser.....	126
3.3.3 Format standard des composants.....	129
3.3.4 État de l'art sur les métadonnées	131
3.3.5 Proposition du schéma de métadonnée LOMFR-LG	134
3.3.6 Cas d'utilisation de LOMFR-LG	140
3.3.7 Perspectives concernant la réutilisation de composants logiciels.....	142
 Chapitre 4. Proposition d'un modèle de scénarisation de Learning Games	 145
4.1 Modélisation spécifique des objectifs pédagogiques.....	149
4.1.1 Définition d'une compétence métier	149
4.1.2 Description des objectifs pédagogiques	152
4.1.3 Exemple – Modélisation des objectifs pédagogiques de Samoulean	153
4.2 Modélisation de la structuration pédagogique	156
4.2.1 Caractéristiques de la structuration pédagogique.....	156
4.2.2 Exemple – Modélisation de la structuration pédagogique de Samoulean.....	158
4.3 Modélisation du scénario de mise en scène ludique	159
4.3.1 Caractéristiques du scénario de mise en scène ludique.....	159
4.3.2 Exemple – Modélisation du scénario de Samoulean	164
4.4 Modélisation des éléments optionnels du Learning Game.....	164
4.4.1 Éléments liés à la structuration pédagogique	165
4.4.2 Éléments liés à la scénarisation de mise en scène ludique.....	166
4.4.3 Éléments transversaux.....	166
4.4.4 Indicateurs pour vérifier l'adéquation du LG avec les besoins des clients	167

Chapitre 5. Environnement d'aide à la conception LEGADEE : réification des propositions	171
5.1 Création d'un Learning Game.....	174
5.2 Organisation de l'environnement de conception	175
5.2.1 Intégration du processus de conception.....	175
5.2.2 Environnement de conception modulable à base de palettes	176
5.2.3 Environnement de conception adapté aux rôles des concepteurs	179
5.3 Illustration de la conception du Learning Game Samoulean.....	181
5.3.1 Étape 1 : spécification des objectifs pédagogiques	181
5.3.2 Étape 2 : choix du modèle de scénario de LG.....	182
5.3.3 Étape 3 : description générale du Learning Game	182
5.3.4 Étape 4 : recherche de composants logiciels	185
5.3.5 Étape 5 : description détaillée du Learning Game	187
5.3.6 Étape 6 : contrôle de l'apport pédagogique.....	188
5.3.7 Étape 7 : spécifications pour l'équipe de réalisation	190
5.4 LEGADEE : les choix d'ingénierie	193
5.4.1 Langage de développement	193
5.4.2 Architecture de LEGADEE.....	194
5.4.3 Système de sauvegarde, d'importation et d'exportation de scénarios.....	195
Chapitre 6. Évaluation et analyse des résultats.....	199
6.1 Évaluations de LEGADEE	203
6.1.1 Caractéristiques de LEGADEE à évaluer.....	203
6.1.2 Les trois évaluations complémentaires de LEGADEE.....	204
6.1.3 Première expérimentation de LEGADEE	204
6.2 Protocole d'évaluation pour mesurer l'utilité d'un outil auteur de Learning Game.....	205
6.2.1 Conception	206
6.2.2 Uniformisation des scénarios de LG.....	209
6.2.3 Évaluation	211
6.2.4 Analyse	211
6.3 Critères d'évaluation de la qualité d'un Learning Game	213
6.3.1 Objectifs d'apprentissage	216
6.3.2 Interactions	217
6.3.3 Problèmes et progression	219
6.3.4 Décorum	221
6.3.5 Conditions d'utilisation.....	221
6.3.6 Coût prévisionnel.....	222
6.4 Observations et analyse de l'évaluation.....	225
6.4.1 Analyse des observations lors de la conception des Learning Games.....	225
6.4.2 Analyse des observations lors de l'uniformisation des LG.....	229
6.4.3 Analyse des grilles de qualité des Learning Games.....	231
6.4.4 Synthèse des analyses et leçons tirées.....	236

Chapitre 7. Bilan et perspectives	239
7.1 Contributions de nos travaux	241
7.2 Limites identifiées.....	244
7.3 Amélioration de LEGADEE et expérimentations futures.....	245
7.3.1 Améliorations des outils pour les concepteurs	245
7.3.2 Expérimentations futures	247
7.4 Perspectives de recherche	248
7.4.1 Conception de LG en réalité mixte.....	248
7.4.2 Observations des différentes techniques de conception	249
7.4.3 Identification de patterns récurrents de tissage pédagogique–ludique.....	250

LISTE DES ANNEXES

Annexe I. Documentation de LEGADEE V1	265
Annexe II. Cahiers des Charges A et B donnés aux concepteurs pour l'évaluation ...	297
Annexe III. Exemple de Learning Game donnée aux concepteurs pour l'évaluation ..	309
Annexe IV. Bibliothèque de composants donnée aux concepteurs pour l'évaluation .	314
Annexe V. Liste de conseils donnée aux concepteurs pour l'évaluation	317
Annexe VI. Questionnaires données pour l'évaluation.....	320

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Les caractéristiques de l'apprentissage par le jeu	26
Figure 2 : Exemples des premiers jeux vidéo éducatifs.....	28
Figure 3 : Exemples pour illustrer différents types de Serious Games	31
Figure 4 : Exemples de jeux pour la formation.....	32
Figure 5 : Les problématiques liées aux Learning Games conçus l'enseignement supérieur ou pour la formation professionnelle	36
Figure 6 : Plan du chapitre 2	51
Figure 7 : Documents standard proposés pour chaque phase de conception de MISA issue de (Paquette et al., 1997)	54
Figure 8 : Plateforme de conception collaborative du Swedish TelePedagogic Knowledge Centre qui guide des concepteurs avec des documents types.....	56
Figure 9 : Méthodologie de création d'Étrange Libellule.....	59
Figure 10 : Méthodologie EMERGO et un exemple de LG produit avec cette méthodologie (Nadolski et al., 2008).....	60
Figure 11 : Étapes de la méthodologie DODDLE avec les documents à fournir (McMahon 2009).....	62
Figure 12 : Modèle conceptuel d'IMS-LD – version française (Lejeune, 2004).....	69
Figure 13 : Interface de LAMS (Dalziel, 2003).....	71
Figure 14 : Exemple d'un scénario pédagogique sur le tutorat en ligne (Hotte & Besançon, 2005)...	74
Figure 15 : Exemple d' Action qui compose le scénario lié aux Objectifs (G3, G4, G5 et G6) issue de (Botturi, 2003).....	75
Figure 16 : Interface de conception de IPI Create avec la liaison des objectifs pédagogique aux évènements et scènes du jeu (Kirkley & Kirkley, 2005).	76
Figure 17 : A gauche, l'interface de l'apprenant et à droite, l'interface de conception de formation dans IBIS (Blanchard, 2007).....	80
Figure 18 : modélisation d'un écran de LG avec le modèle CTT (Tran et al., 2010).....	83
Figure 19 : Vue scène de U-Create (Sauer et al., 2006)	84
Figure 20 : Interface de modélisation du scénario pédagogique dans SceneLRPG (Marias, 2010)...	86
Figure 21 : Interface de la plateforme <E-adventure>.....	88
Figure 22 : Exemples de scénario de l'histoire conçu avec WEEV (Marchiori et al., 2012)	89
Figure 23 : Description de composants Story-Learning-Gameplay intégrés au scénario de INSCAPE (Göbel et al., 2009).....	91
Figure 24 : interface de Storytec (Mehm et al. 2009)	92
Figure 25 : Modélisation du lien entre les activités pédagogiques (notées Te) et les activités ludiques (notées Sv) et l'interface qui permet aux concepteurs de matérialiser ces liens en glissant-déposant les activités pédagogiques sur le graphe de la structure ludique (Padilla Zea et al., 2011)	94
Figure 26 : Vision globale de la méthodologie de création d'un Learning Game.....	115
Figure 27 : Détail de la méthodologie pour la phase de conception de Learning Game.....	118
Figure 28 : Exemples de composants de LG réutilisables venant du département Génie industriel de l'INSA de Lyon.....	123
Figure 29 : Exemples de composants pédagogiques	128
Figure 30 : Exemples de composants fonctionnels	129
Figure 31 : Exemples de composants génériques	129
Figure 32 : Format standard d'un composant LGF avec ses quatre services (Aguirre-Cervantes & Pernin, 2011).....	130
Figure 33 : Moissonnage des bases d'éléments réutilisables	141
Figure 34 : Editeur LomPad-LG développé.....	141
Figure 35 : Modèle des objectifs pédagogiques	152
Figure 36 : Modèle de la structure pédagogique	156

Figure 37 : Extrait de la structure pédagogique de Samoulean avec la répartition des compétences (Ci), connaissances (Ki) et comportements (Bi).....	158
Figure 38 : Modèle du scénario de mise en scène ludique	161
Figure 39 : Extrait du scénario de Samoulean qui représente la vue du niveau 1 de la structuration pédagogique, la vue du niveau 1 de la mise en scène ludique et leurs liens.	163
Figure 40 : Modèle complet du scénario de LG	165
Figure 41 : Extrait du modèle de Samoulean avec structuration pédagogique et mise en scène ludique.....	168
Figure 42 : Page d'accueil de LEGADEE	175
Figure 43 : Menu pour les étapes de la conception.....	176
Figure 44 : Environnement de conception à base de palettes modulables.....	178
Figure 45 : Spécification des compétences ciblées avec la palette compétences	181
Figure 46 : Étape 3 de la conception du LG – vue expert pédagogique.....	183
Figure 47 : Étape 3 de la conception du LG – vue game designer.....	184
Figure 48 : Palette recherche de composants logiciels	186
Figure 49 : Étape 5 de la conception d'un LG.....	187
Figure 50 : Palette commentaires et document	188
Figure 51 : Visualisation des Warnings et des Erreurs et la palette validation du modèle	190
Figure 52 : Étape 7 de la conception du LG – vue screen designer	191
Figure 53 : Spécifications complètes exportées de LEGADEE	192
Figure 54 : Choix du type d'exportation	193
Figure 55 : Architecture Modèle-Contrôleur / Vue de LEGADEE	195
Figure 56 : Protocole d'expérimentation	206
Figure 57 : Exemple d'exportation d'un LG fourni par un concepteur.....	210
Figure 58 : Indicateurs de qualité d'un Learning Game structurés par facettes	215
Figure 59 : photos prises pendant la phase de conception	225
Figure 60 : exemple de scénario de LG conçu après avoir utilisé LEGADEE	230
Figure 61 : Résultats des concepteurs qui ont utilisé LEGADEE pour leur deuxième Learning Game	232
Figure 62 : Résultats des concepteurs qui ont utilisé LEGADEE pour leur premier Learning Game ..	233
Figure 63 : Analyse de l'effet de l'utilisation de LEGADEE en 2ème pour chaque critère de qualité	234
Figure 64 : Comparaisons de la distribution des notes pour l'indice E9 : pertinence du décorum entre les LG conçus sans LEGADEE et avec LEGADEE.....	234
Figure 65 : différents types d'écrans dans un exemple conçu avec LEGADEE.....	246
Figure 66 : Ajout de la description d'actions dans MIRLEGADEE.....	249
Figure 67 : Quelques patterns observés lors de l'expérimentation de LEGADEE.....	250

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : satisfaction de nos objectifs par SceneLRPG.....	87
Tableau 2 : satisfaction de nos objectifs par <E-adventure> et WEEV.....	90
Tableau 3 : satisfaction de nos objectifs par Storytec.....	92
Tableau 4 : satisfaction de nos objectifs par Player-VG.....	94
Tableau 5 : Tableau récapitulatif de l'analyse des outils auteurs de LG par rapport à nos objectifs.	95
Tableau 6 : nouveaux champs dans la catégorie 5. Pédagogique.....	138
Tableau 7 : Champs de la nouvelle catégorie 10. Intégration à la formation LGF.....	139
Tableau 8 : Droits d'écriture, de lecture et d'exécution sur les palettes en fonction du rôle de l'utilisateur de LEGADEE.....	180
Tableau 9 : Distribution des 12 Learning Games conçus sans LEGADEE en fonction de la difficulté à les retranscrire dans LEGADEE.....	230

Introduction

Objet de recherche

Depuis toujours, l'homme utilise le jeu, d'une manière tout à fait naturelle, comme un moyen pédagogique pour contribuer à son développement affectif, sensoriel, moteur, cognitif, intellectuel et social. De nos jours, l'apprentissage par le jeu a gardé tout son sens et se décline sous des formes particulièrement variées avec l'avènement des jeux vidéo. De nombreux travaux de recherche ont démontré que les jeux vidéo conçus avec un but éducatif explicite, appelés Learning Games, pouvaient se montrer plus efficaces que les méthodes traditionnelles pour l'acquisition de compétences complexes dans la formation supérieure et en entreprise. Cependant, malgré leurs nombreux atouts, les Learning Games ne sont aujourd'hui que très peu utilisés dans l'enseignement, et ce principalement en raison de leur coût mais également en raison des difficultés souvent rencontrées pour concevoir de tels outils et ensuite les intégrer dans une formation pédagogique. Quelles solutions méthodologiques et techniques, peut-on apporter afin de modifier cet état de fait et faciliter l'utilisation de Learning Games à plus grande échelle ? Cette thèse tente de répondre à cette problématique.

Organisation de la thèse

Dans le **premier chapitre** de cette thèse, nous introduisons tout d'abord le concept d'apprentissage par le jeu. Nous verrons notamment que l'attractivité et l'engagement liés au jeu sont des atouts incontestables pour l'apprentissage, mais que la conception d'un jeu qui soit réellement au service de la formation reste un processus délicat. Nous justifions ensuite notre choix du terme « Learning Games » pour désigner l'objet de notre étude et nous proposons la définition suivante : les Learning Games (LG) sont des applications informatiques qui utilisent des ressorts ludiques pour catalyser l'attention des apprenants et ainsi faciliter le processus d'apprentissage. Nous étudions ensuite les difficultés rencontrées lors de la création de LG qui constituent une entrave à l'utilisation à grande échelle de ces outils pourtant très prometteurs. Nous identifions plus particulièrement deux besoins ressentis par les concepteurs qui nous paraissent les

plus importants. Nous formulons les deux objectifs de recherche de cette thèse en nous référant à ces deux besoins primordiaux :

- **Objectif A : faciliter la collaboration entre les différents acteurs qui doivent intervenir durant la création de LG ainsi que la capitalisation du savoir-faire collectif.**
- **Objectif B : faciliter la scénarisation de LG, c'est-à-dire aider l'équipe de concepteurs à imaginer des LG qui soient à la fois ludiques et attractifs tout en conservant le fort potentiel éducatif indispensable à la formation.**

Dans le chapitre 2, nous dressons un **état de l'art des méthodologies, des modèles et des outils existants pour la création de LG**. Étant donné que les recherches sur les LG manquent encore de maturité, nous avons étendu nos recherches aux méthodes de conceptions des EIAH et des jeux vidéo. Cette exploration nous permet, entre autres, de dresser une liste de caractéristiques qui nous semblent fondamentales pour qu'une méthodologie de création collaborative d'un modèle de scénarisation de LG soient réussis.

Pour répondre à notre objectif A, nous proposons, dans le **chapitre 3**, une **méthodologie globale de création collaborative de LG**, détaillant chaque tâche des acteurs ainsi que les outils mis à leur disposition. Nous proposons également un schéma de métadonnées qui permet de trouver des composants logiciels de LG réutilisables et adaptés à chaque situation.

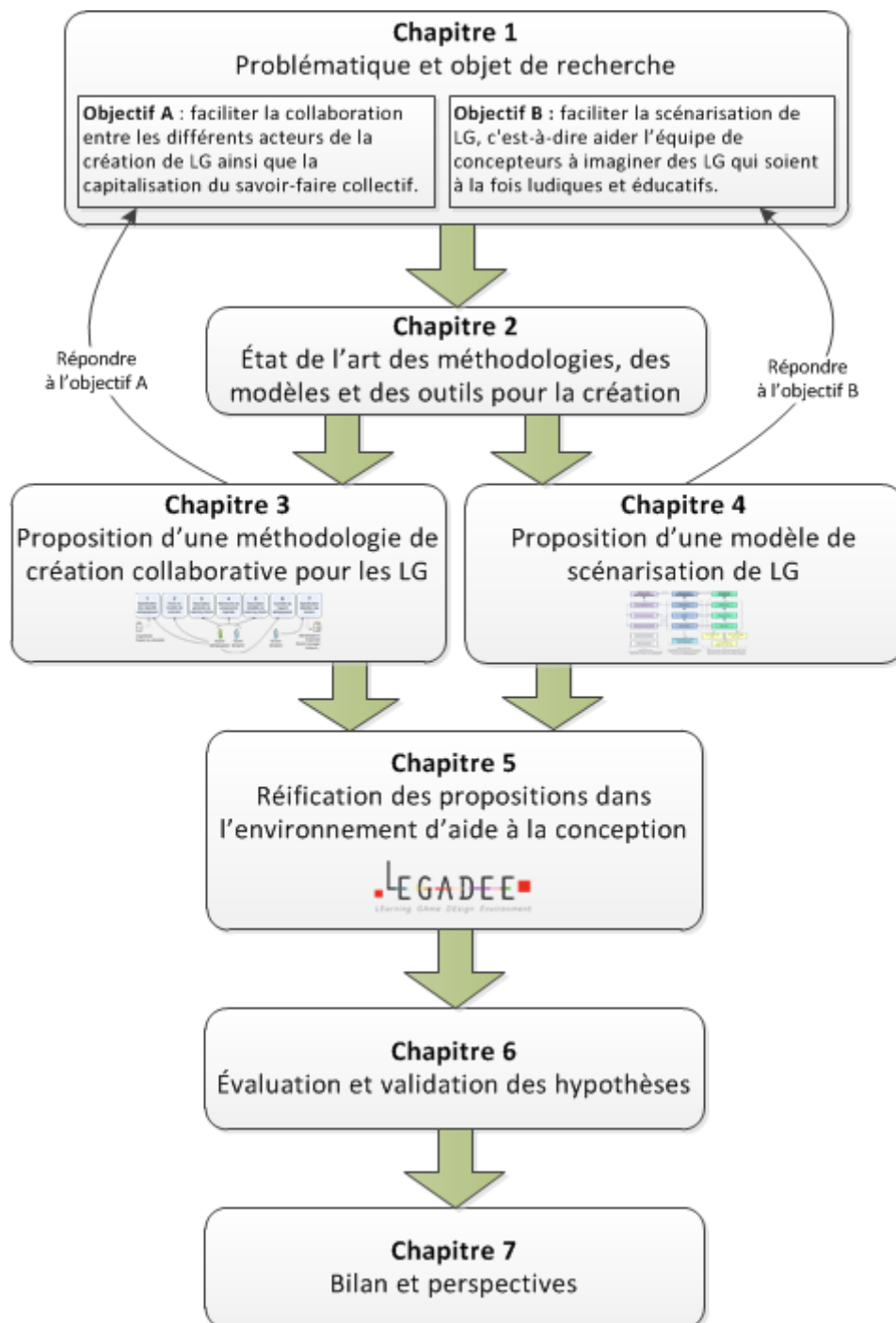
Pour répondre à notre objectif B, nous proposons, dans le **chapitre 4**, un **modèle de scénarisation** de LG qui représente d'un côté la structure pédagogique choisie par l'expert pédagogique et de l'autre côté la mise en scène ludique imaginée par le *game designer*. Nous proposons également une modélisation spécifique des éléments pédagogiques et ludiques que les concepteurs doivent intégrer au scénario du LG (compétences métiers, personnages, commentaires ...).

Dans le **chapitre 5**, nous détaillons l'outil d'aide à la conception, appelé **LEGADEE** (*LEarning GAmE DEsign Environment*), que nous avons développé pour réifier nos propositions. LEGADEE guide les concepteurs avec des fonctionnalités spécifiques à chaque rôle. L'environnement propose également un système de validation qui analyse la création en cours et propose des indicateurs pour élaborer un scénario équilibré et complet qui intègre les compétences cibles.

Enfin, dans le **chapitre 6**, nous présentons un **protocole d'évaluation** que nous avons imaginé pour valider notre environnement auteur ainsi que la méthodologie et les modèles proposés. À l'aide de critères d'évaluation, définis par des experts, qui prennent en compte notamment divers aspects pédagogiques et ludiques du jeu, nous comparons 24 scénarios de LG créés avec et sans LEGADEE.

Dans le **chapitre 7**, nous reviendrons sur les contributions de nos travaux de thèse. Nous montrons également les limites de nos recherches et dégageons des points d'amélioration, notamment concernant le protocole d'évaluation. Enfin, nous proposons différentes perspectives de recherche ouvertes par nos travaux.

PLAN DE THESE SCHEMATISE



Chapitre 1. Problématique et objet de recherche

Chapitre 1. Problématique et objet de recherche

1.1 L'apprentissage par le jeu	25
1.1.1 Concept général de l'apprentissage par le jeu	25
1.1.2 Bref historique des recherches menées sur l'apprentissage par le jeu.....	27
1.2 Notre objet de recherche : les Learning Games	30
1.2.1 Positionnement par rapport aux Serious Games.....	31
1.2.2 Choix de la terminologie « Learning Game »	33
1.2.3 Définition de Learning Game.....	34
1.2.4 Des Learning Games pertinents pour la formation.....	37
1.2.5 L'héritage de L'INSA de Lyon.....	38
1.3 Questions, hypothèses et objectifs de recherche	39
1.3.1 Les Learning Games, des investissements coûteux et risqués	39
1.3.2 Identification des besoins des créateurs de Learning Game.....	40
1.3.3 Questions de recherche et hypothèses	42
1.3.3.1 Hypothèses liées à l'objectif A : faciliter la collaboration	42
1.3.3.2 Hypothèses liées à l'objectif B : assister la scénarisation de LG.....	43
1.4 Méthodologie de recherche	44
1.4.1 Études des besoins des concepteurs.....	44
1.4.2 État de l'art des méthodologies et des outils pour la conception de LG.....	45
1.4.3 Élaboration des propositions avec une démarche itérative et participative	45
1.4.4 Implémentation incrémentale de la plateforme LEGADEE	46
1.4.5 Validation des propositions	46

Dans ce chapitre, nous commencerons par introduire le concept d'apprentissage par le jeu. Nous définirons ensuite de façon plus spécifique notre objet d'étude que nous appelons Learning Game (LG) et le contexte d'utilisation particulier sur lequel nous allons travailler dans cette thèse. Nous présentons ensuite les problématiques liées à la création coûteuse des LG et les objectifs que nous nous fixons dans cette thèse pour y répondre. Dans la dernière partie, nous présenterons la méthodologie de recherche que nous avons choisie.

1.1 L'apprentissage par le jeu

Pour commencer cette thèse et situer notre contexte d'étude, nous allons, dans un premier temps, introduire le concept de l'apprentissage par le jeu. Nous verrons notamment que l'attractivité et l'engagement liés au jeu sont des atouts incontestables pour l'apprentissage, mais que la conception de jeux qui sont réellement au service de la formation reste un processus délicat. Nous verrons ensuite comment la recherche dans ce domaine a évolué ces dernières années jusqu'à devenir un véritable phénomène de société.

1.1.1 Concept général de l'apprentissage par le jeu

Dès son plus jeune âge, l'homme utilise naturellement le jeu comme un moyen pédagogique pour contribuer à son développement affectif, sensoriel, moteur, cognitif, intellectuel et social (Gaussot, 2002). Cette procédé est reprise par les enseignants dans les écoles maternelles et primaires pour enseigner les mathématiques, l'histoire, l'art, la musique ou les langues étrangères (Brougère, 2005). Cette approche pédagogique vise à utiliser l'attractivité et l'engagement inhérents au jeu pour catalyser l'attention des élèves et les engager dans leurs propres apprentissages (Dondlinger, 2007). Par le biais du jeu, les apprenants deviennent des acteurs centraux de leur formation contrairement à la position passive qu'ils occupent la plupart du temps dans l'enseignement traditionnel. De plus, comme le montre une étude du National Research Council (2000), l'apprenant se retrouve engagé émotionnellement dans le jeu, ce qui facilite l'imprégnation de ses actions et décisions dans sa mémoire. Le jeu peut donc être utilisé avantageusement pour faciliter l'apprentissage de certaines compétences pour lesquelles les méthodes d'enseignement tradition-

nelles ne se montrent pas satisfaisantes (Federation of American Scientist, 2006; Mayo, 2007).

Mais, pour que l'apprenant ressente une motivation intrinsèque (Ryan & Deci, 2000) et soit totalement engagé dans sa formation, les activités pédagogiques doivent être soigneusement tissées avec le scénario du jeu. La notion de motivation intrinsèque implique que l'apprenant est tellement absorbé par le jeu qu'il ressent une stimulation personnelle et intérieure qui le pousse à progresser, sans l'intervention de récompenses ou de punitions externes. La **Figure 1** présente l'analogie entre l'apprentissage par le jeu et l'élaboration d'une bonne vinaigrette. Les contraintes liées à l'apprentissage (acquisition de compétences, entraînement, évaluation) et les caractéristiques du jeu (action, émotion, engagement, attractivité) doivent être bien dosées et mélangées pour stimuler l'appétit d'apprendre et ainsi inciter les élèves à travailler par eux-mêmes. Et tout comme pour l'élaboration d'une bonne vinaigrette, la conception d'une formation ludique est loin d'être évidente.

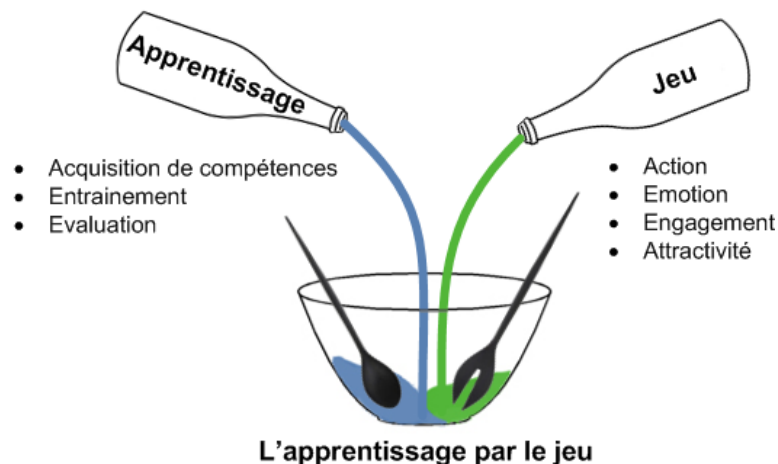


Figure 1 : Les caractéristiques de l'apprentissage par le jeu

Malgré les nombreux atouts de l'apprentissage par le jeu, cette approche n'est aujourd'hui que très peu utilisée dans l'enseignement. En effet, seuls quelques enseignants aventureux font des tentatives sporadiques pour intégrer du jeu dans leur formation. Mais avec l'arrivée des nouvelles générations d'étudiants habitués aux jeux vidéo et aux outils informatiques, cette tendance est sur le point de changer. La nature du contrat didactique implicite qui interdit aux élèves de s'amuser en classe telle qu'elle est décrite par Che-

vallard (1999) n'est plus adaptée aux nouveaux élèves. En effet, une étude américaine montre qu'en moyenne, les élèves qui obtiennent un diplôme de licence en l'an 2000 ont passé seulement 5000 heures à lire contre 10000 heures à jouer aux jeux vidéo et 20000 heures à regarder la télévision (Prensky, 2001). Dans ce contexte, nous avons tout intérêt à fournir des outils et des méthodes pour aider les enseignants à utiliser les caractéristiques ludiques et attirantes des jeux vidéo afin de faciliter l'acquisition de compétences complexes difficiles à transmettre avec les méthodes traditionnelles (Federation of American Scientist, 2006; Mayo, 2007).

1.1.2 Bref historique des recherches menées sur l'apprentissage par le jeu

Dans sa thèse, Alvarez (2007) précise qu'il faut chercher les premières traces d'études sur l'apprentissage par le jeu en Italie, chez les humanistes de la renaissance.

*« Appelé "**Serio Ludere**", cette approche, que l'on pourrait traduire par "jouer sérieusement" renverrait notamment à la notion de savoir utiliser l'humour pour faire passer des notions sérieuses. »*

Dès 1960, les **Jeux d'entreprises** (*Business Games*) font leur apparition dans les universités, les écoles et les entreprises notamment pour favoriser l'apprentissage des techniques managériales (Saunders, 1996; Gilgeous & D'Cruz, 1996). La technique pédagogique consiste à utiliser des jeux de rôle ou des jeux de plateaux modifiés pour entraîner les élèves à bien réagir dans des situations types. C'est aussi à cette époque que le terme de **Ludo Éducatif** (*Edutainment*) apparaît pour désigner les activités ludiques utilisables pour canaliser l'attention des enfants dans les centres aérés, les musées et les écoles maternelles (Baron & Bruillard, 1996).

En 1970, Abt (1970) utilise pour la première fois le terme **Serious Game**.

« Les Serious Game ont une but éducatif explicite et mûrement réfléchi et ne sont pas destinés à être joués principalement pour le divertissement. »¹

C'est aussi à partir de cette date, et grâce aux avancées technologiques en informatique, que le concept des Serious Games s'étend aux jeux vidéo. Dans cette thèse, nous nous intéresserons d'ailleurs tout particulièrement à ces types de Serious Games sur informatique. Parmi les premiers, on peut citer Operation Frog, développé en 1983 par Interactive Picture Systems Inc. (Figure 2, à gauche). Trois ans plus tard, le concept arrive en France avec notamment le jeu Le Sida et nous (1986) sur Atari, développé par les éditions Carraz en partenariat avec l'institut Pasteur (Figure 2, à droite). Le joueur doit y mener une enquête afin d'enrayer une épidémie de Sida dont il ne connaît absolument rien. D'autres « rétro Serious Games » sont répertoriés sur le site de Serious Game Classification² issue du travail de recherche d'Alvarez et de Djaouti.



Figure 2 : Exemples des premiers jeux vidéo éducatifs

C'est lors de la fête nationale des États-Unis, le 4 juillet 2002, que le jeu *America's Army*³ marquera un nouveau tournant dans le domaine de l'apprentissage par le jeu informatisé. C'est un jeu vidéo de simulation militaire très réaliste et digne des jeux vendus dans le commerce. Sa diffusion gratuite et à grande échelle avait non seulement pour but de faire découvrir la réalité des opérations militaires, mais surtout de valoriser l'image de l'armée. Les meilleurs joueurs sont notamment contactés en vue d'un recrutement. La sortie de ce jeu, très médiatisée, est aussi le déclencheur du mouvement des Serious Games qui depuis, suscite un intérêt croissant. En 2003, Wil-

¹ "Serious Games have an explicit and carefully thought-out educational purpose and are not intended to be played primarily for amusement." Traduction de l'auteur.

² <http://serious.gameclassification.com>

³ <http://www.americasarmy.com>

son *International Center* organise la première conférence qui leur est entièrement dédiée : la *Serious Games Day*⁴. Cette même année, Ben Sawyer lance un véritable phénomène de société en multipliant les interventions publiques et en créant le *Serious Games Initiative*⁵ et le *Serious Games Summit*. À cette occasion, Sawyer et Rejesky proposent une nouvelle définition des Serious Games aujourd'hui largement adoptée :

« Le terme Serious Game désigne une application informatique qui emprunte au monde du jeu vidéo ses technologies et savoir-faire. Cette application n'a pas pour objectif premier le divertissement, mais pourra souvent et avantageusement intégrer une dimension ludique qui servira sa mécanique pédagogique et favorisera son attractivité. »

Cette nouvelle définition introduit l'utilisation des jeux vidéo qui n'apparaissent pas dans la définition initiale d'Abt. Elle élargit également le contexte d'utilisation des Serious Games qui n'est plus exclusivement éducatif. Ainsi, le but « sérieux » des Serious Games se retrouve dans de multiples déclinaisons : la défense, l'éducation, la santé, la formation, la publicité, la communication Michaud (2008), Zyda (2005) et Sawyer & Smith (2008) proposent également des classifications avec une vingtaine de ramifications reflétant la diversité des domaines d'application des Serious Games.

Profitant du potentiel marketing du terme et les différents appels à projets qui se lancent partout dans le monde, de nombreuses entreprises de jeux vidéo, d'E-learning et même de marketing ainsi que des laboratoires de recherche se rassemblent sous la bannière de Serious Game. En France, cette tendance se fait d'autant plus ressentir en 2009, après l'appel à projets sur les Serious Games du gouvernement français qui a souhaité apporter son soutien à la thématique au travers d'un appel à projets dédié, dans le cadre du volet numérique du plan de relance de l'économie française (pour une enveloppe totale de 20 millions d'euros).

La recherche sur l'apprentissage par le jeu s'est donc retrouvée, pendant un moment, noyée dans la masse des Serious Games, mais a pu grandement profiter de l'effet de mode qu'ils ont suscité. Après quelques années de fédération sous le terme de Serious Games, et face à la diversité des disciplines et des problématiques, des com-

⁴ www.wilsoncenter.org/event/serious-games-day

⁵ www.seriousgames.org

munautés spécialisées sur un thème précis ont vu le jour. Depuis 2008 se déroule ainsi les conférences concernant les jeux pour la santé (entraînement cognitif, formation pour les médecins, sport et sensibilisation) comme *Games For Health*, organisée par SG Initiative aux États-Unis, ou encore des conférences concernant les jeux pour l'éducation comme le *Summit on Educational Games*, organisé à Washington.

Dans cette première partie, nous avons introduit le concept général de l'apprentissage par le jeu et présenté les différents courants historiques de recherche sur ce sujet. Dans la partie suivante, nous allons maintenant définir le champ de nos recherches dans le cadre de cette thèse.

1.2 Notre objet de recherche : les Learning Games

Dans cette partie, nous allons définir l'objet d'étude de cette thèse que nous appelons « Learning Games » (LG). Dans un premier temps, nous positionnons le terme de « Learning Games » par rapport au terme « Serious Games », le terme le plus répandu dans la littérature en ce moment. Nous discutons également du choix de la terminologie « Learning Game » et pourquoi il nous a semblé important de le différencier des autres termes existants.

Dans un deuxième temps, et en nous référant aux caractéristiques fondamentales de l'apprentissage par le jeu, nous proposons une définition des LG. A l'intérieur de la catégorie des LG, nous restreindrons encore notre objet d'étude à un contexte spécifique d'utilisation. En effet, nous nous intéressons tout particulièrement aux LG utilisés pour la formation dans l'enseignement supérieur ou en formation professionnelle. Nous montrerons notamment que d'utilisation de LG dans ce contexte spécifique soulève de nombreuses problématiques et doit être considérée comme un domaine de recherche à part entière. Nous montrons également, avec des exemples, les différentes caractéristiques des LG qui les rendent pertinents pour ce contexte.

Enfin, nous discutons de l'influence que l'expérience de L'INSA de Lyon a eu sur notre travail. En effet, notre travail est grandement imprégné de l'expérience acquise par cette école

d'ingénieur qui conçoit, développe et utilise des LG depuis plus de vingt ans en partenariat avec notre laboratoire de recherche.

1.2.1 Positionnement par rapport aux Serious Games

Comme nous l'avons vu précédemment (partie 1.2.1), le terme Serious Game est très utilisé dans la littérature et les médias en ce moment. Ce terme regroupe de nombreux types d'applications informatiques ludiques dont le but « sérieux » se retrouve dans de multiples déclinaisons. Faisons un tour d'horizon rapide de ces différents types de Serious Games pour mieux cibler notre objet de recherche.



Figure 3 : Exemples pour illustrer différents types de Serious Games

Parmi les Serious Games, on trouve tout d'abord beaucoup de jeux conçus pour la **sensibilisation**. On peut, par exemple, citer *Earthquake in Zipland*⁶ qui explique aux enfants ce qu'est le divorce, et les invite à exprimer ce qu'ils ressentent à ce sujet ou encore *Re-Mission*⁷ (Figure 3, à gauche), un jeu qui aide les enfants à mieux comprendre les traitements contre le cancer qu'ils subissent.

Les Serious Games peuvent également véhiculer un message **politique** comme le jeu *September 12th*⁸ (Figure 3, au milieu) dans lequel le joueur doit se débarrasser des terroristes dans une ville du Moyen-Orient. Les auteurs de ce jeu voulaient faire sentir que « la violence engendre la violence » en le configurant de telle façon que les terroristes se multiplient chaque fois que le joueur tire sur eux. Il existe également de nombreux jeux conçus par des partisans pour soutenir leur parti politique. Ainsi on trouve plusieurs mini-jeux pour

⁶ 2006, www.ziplandinteractive.com

⁷ 2006, <http://www.re-mission.net>

⁸ www.newsgaming.com

« incarner José Bové dans une lutte sans merci contre le monde »⁹ pour n'en citer qu'un.

Les Serious Games servent également à faire de la **publicité** comme *Fight for Kisses*¹⁰ (Figure 3, à droite) qui vente les mérites des rasoirs Wilkinson et dans lequel le père et l'enfant se battent pour les bisous de la maman ou encore *Get the Glass*¹¹ qui a pour but de revaloriser l'image du lait. Le terme de « advergames » est utilisé pour désigner les Serious Games de cette catégorie.

Les Serious Games grands publics qui touchent à la **santé** ont connu un succès grandissant ces dernières années. On peut notamment citer le *Programme d'Entraînement cérébral du Dr. Kawashima*¹² qui, d'après l'argument de vente, améliorerait les fonctions cognitives. En parallèle, d'autres Serious Games, issues de travaux de recherche, sont utilisés dans le traitement de pathologies spécifiques. Citons par exemple le projet RobAutiSTIC (Sehaba & Estraillier, 2006) basé à La Rochelle et dédié à soigner les enfants autistes ou encore les études menées sur les Serious Games musicaux qui vise à traiter les troubles du comportement liés à Alzheimer (Benveniste, 2010).



Figure 4 : Exemples de jeux pour la formation

Enfin, les atouts des jeux leur confèrent un intérêt tout particulier pour l'**enseignement**, et c'est cette catégorie à laquelle nous allons nous intéresser dans cette thèse. Il existe quantité de Serious Games pour l'enseignement au niveau élémentaire et secondaire, mais nous nous intéressons tout particulièrement à ceux utilisés pour l'enseignement supérieur ou la formation professionnelle. Parmi ces

⁹ 2006, www.la-vache-folle.com

¹⁰ 2007, www.ffk-wilkinson.com

¹¹ 2007, www.gettheglass.com

¹² 2005, <http://www.nintendo.co.jp/ds/andj/index.html>

jeux, nous pouvons par exemple citer *Starbank*¹³ (Figure 4, à gauche), utilisé pour la formation des nouvelles recrues de la banque BNP. Il existe aussi de nombreux jeux pour la formation aux soins d'urgences comme *Pulse!*¹⁴ (Figure 4, au milieu). On trouve également des environnements de jeu comme *Learning Adventure* (Marty & Carron, 2011) (Figure 4, à droite), utilisé à l'IUT de Savoie, dans lequel les enseignants peuvent ajouter des activités pédagogiques pour les élèves.

Nous allons donc nous intéresser aux jeux de cette dernière catégorie que nous appellerons « Learning Game ». Dans la partie suivante, nous allons justifier le choix de ce terme.

1.2.2 Choix de la terminologie « Learning Game »

Tout d'abord, nous avons décidé d'écarter le terme de **Serious Games** pour désigner notre objet d'étude. En effet, même si la définition initiale proposée par Abt (1970) (vu dans la partie 1.1.2, p27) correspond à nos problématiques, nous avons montré que la portée du terme est devenue bien trop large et ne reflète plus les caractéristiques que nous avons retenues pour notre étude.

Nous aurions pu continuer avec le terme de **jeux d'entreprises** (ou Business Games) utilisé auparavant dans notre laboratoire, mais le terme souffre aujourd'hui d'une connotation vieillotte et désuète. De plus, elle s'apparente en premier lieu à des jeux pour apprendre les techniques de management (Saunders, 1996) alors que nous voulons proposer une terminologie qui peut s'appliquer à tous les types de formation.

Le terme de **jeux ludo-éducatifs** véhicule l'image (Natkin, 2008) de logiciels éducatifs « habillés » par une couche de ludique et s'utilise presque exclusivement dans le domaine de l'éducation des enfants. De la même façon, les termes **jeu éducatif** ou *Educational Game* ont également une connotation liée aux enfants.

Le terme **Learning Game** est, en revanche, souvent associé aux problématiques liées du Game Based Learning et celles-ci sont très proche des nôtres. Ainsi, on retrouve ce terme dans le *Learning*

¹³ 2009, <http://recrutement.bnpparibas.com>

¹⁴ 2007, <http://www.interaction-healthcare.com>

Game Network,¹⁵ mais aussi dans des conférences telles que la *Game Based Learning Conference*¹⁶, la *European Conference on Games Based Learning*¹⁷ et, en France, à la *Serious Game Expo*¹⁸. Actuellement, d'autres chercheurs en France qui travaillent sur des sujets similaires au nôtre utilisent également ce terme. Ainsi, la thèse de Mariais (2010) porte sur les « Learning Role-Playing Games en formation professionnelle » et Orliac *et al.* (2012) travaillent sur les « Learning Games en Réalité Mixte ». Enfin, nous tenons à garder le terme anglais puisque c'est un moyen de proposer une terminologie fédératrice pour la communauté scientifique internationale qui travaille sur les mêmes problématiques. Pour toutes ces raisons, nous pensons que le terme **Learning Game (LG)** est donc le plus adapté pour désigner notre objet d'étude.

Maintenant que nous avons justifié le choix du terme Learning Game et puisqu'il n'existe pas de définition reconnue, nous allons en proposer une. Nous identifierons aussi quelques problématiques liées à l'utilisation des jeux dans le contexte qui nous intéresse tout particulièrement, c'est-à-dire dans le domaine de l'enseignement supérieur (post-Baccalauréat) ou la formation professionnelle.

1.2.3 Définition de Learning Game

Comme nous l'avons montré auparavant, les Serious Games sont des outils informatiques qui utilisent avantagement les caractéristiques du jeu pour favoriser leurs mécaniques pédagogiques et leur attractivité. Les LG font partie d'une sous-classe des Serious Games dans laquelle les caractéristiques du jeu sont utilisées pour favoriser les mécaniques d'apprentissage. De plus, les LG sont utilisés dans un contexte scolaire ou en formation professionnelle. Pour qu'ils soient acceptés comme outil d'apprentissage par les apprenants et les enseignants, il est donc important qu'ils aient un but éducatif explicite et soient bien intégrés à la formation (Hadgood, 2007). Au vu des caractéristiques fondamentales des LG que nous venons d'explicitier, voici la définition que nous proposons :

¹⁵ <https://www.learninggamesnetwork.org>

¹⁶ <http://www.gamebasedlearning2010.com>

¹⁷ <http://academic-conferences.org/ecgbl>

¹⁸ <https://www.seriousgameexpo.com>

*Un **Learning Game** est une application informatique qui utilise des **ressorts ludiques** pour catalyser l'attention des apprenants et faciliter leur **apprentissage**. Il a des **buts éducatifs explicites** et peut être utilisé dans le cadre de **formations** à tous les niveaux.*

Cependant, pour que les caractéristiques du jeu aient un effet positif sur l'apprentissage, il faut entremêler les activités pédagogiques avec le scénario du jeu de façon à favoriser une motivation intrinsèque (Lepper & Malone, 1987; Ryan & Deci, 2000; Habgood, 2007; Szilas & Sutter Widmer, 2009). Cette motivation implique que l'apprenant est totalement immergé dans le LG et qu'il est conduit uniquement par le plaisir qu'il trouve dans celui-ci. Nous proposons donc d'ajouter cette recommandation à notre définition.

*Pour qu'un **LG** soit **réellement au service de l'apprentissage**, ses activités pédagogiques doivent être soigneusement tissées avec le scénario du jeu pour que l'apprenant ressente une **motivation intrinsèque** à apprendre. C'est-à-dire que l'apprentissage soit conduit uniquement par l'intérêt et le plaisir que l'apprenant trouve dans le Learning Game, sans l'intervention de récompenses ou de punitions externes.*

Comme nous l'avons déjà mentionné, dans cette thèse nous nous intéresserons tout particulièrement aux LG utilisés dans le cadre de la **l'enseignement supérieur ou pour la formation professionnelle**. En outre nous restreignons notre champ de recherche aux LG **utilisés en présentiel** avec un tuteur ou un formateur. Les LG utilisés dans ce contexte spécifique soulèvent de nombreuses problématiques et nous devons les considérer comme un domaine de recherche à part entière. En effet, ce domaine hérite non seulement des problématiques liées aux Environnements Informatiques d'Apprentissage Humain (EIAH) (Balacheff & Vivet, 1994; Tchounikine, 2002) et aux jeux vidéo, mais soulève également beaucoup d'autres questions qui lui sont propres (Figure 5). En voici quelques-unes :

Quand les LG sont utilisés pour enseigner des concepts complexes, il est essentiel d'identifier les atouts pédagogiques de chaque ressort ludique et la meilleure façon de l'intégrer à l'apprentissage des concepts.

Quand les LG sont utilisés dans un contexte scolaire, nous sommes confrontés à la question de l'intégration du LG dans la formation globale. L'utilisation du LG pose aussi des questions sur la place de l'enseignant : comment doit-il être intégré aux activités du LG ? Il faut aussi s'interroger sur l'évaluation des élèves : est-il correct et juste d'évaluer les apprenants en fonction de leurs scores dans le jeu ? Doit-on leur dire quand commence l'évaluation ?

Les formations dans lesquelles sont utilisés les LG sont souvent obligatoires, ce qui peut paraître contradictoire avec certaines définitions du jeu qui mettent en avant l'importance du libre choix : « l'activité doit être choisie pour conserver son caractère ludique » (Callois, 1992). La nature obligatoire du LG pose également la question de l'acceptation du LG par tous les apprenants, qui ont sûrement des profils de joueur différents (Lepper & Malone, 1987).

L'utilisation de jeu avec des adultes pose aussi le problème des aprioris négatifs de ces derniers sur l'utilisation des jeux. En effet, beaucoup d'apprenants adultes peuvent trouver l'utilisation de jeu inutile ou futile si on ne leur en explique pas l'intérêt (Eyster, 2008).



Figure 5 : Les problématiques liées aux Learning Games conçus l'enseignement supérieur ou pour la formation professionnelle

Maintenant que nous avons défini le concept de LG, nous allons expliciter, à l'aide d'exemples, les spécificités qui les rendent pertinents pour l'enseignement supérieur et la formation professionnelle.

1.2.4 Des Learning Games pertinents pour la formation

Les LG ont l'avantage de fournir des environnements virtuels malléables très utiles pour faire des mises en situation et simuler le contexte dans lequel les apprenants devront développer leurs compétences. Ceci est d'autant plus vrai quand il s'agit de contextes impossible ou très difficile à reproduire en grandeur nature pour des raisons de coût, de temps et de sécurité. C'est ainsi que des simulateurs comme *Pulse !* et *Interactive Trauma-Trainer*¹⁹ sont utilisés pour apprendre les procédures techniques et les mécanismes de la réanimation en urgence. Dans la même veine on trouve aussi *Seer Bat*²⁰ pour apprendre les mécanismes des transactions financières internationales et *Rail Simulator*²¹ pour apprendre et valider ses compétences en conduite et gestion des trains.

Mais les LG ne sont pas que de simples simulateurs. Ils offrent également la possibilité de mettre en place des jeux de rôles, des scénarios complexes avec une histoire et des quêtes. Grâce à ces mécanismes, les apprenants sont investis d'un rôle similaire à celui qu'ils auront plus tard dans leurs métiers. Au cours de l'histoire, leurs personnages se trouvent confrontés aux différentes connaissances et comportements qu'ils doivent maîtriser et mobiliser afin d'avancer et d'atteindre le but final. Ainsi, le LG leur donne une vue globale et structurée des différentes facettes du métier. On trouve de ce fait, de nombreux LG avec des scénarios complexes dans des domaines professionnels variés comme *Starbank* pour aider les nouveaux collaborateurs à apprendre la logique bancaire ou *Les aventures de Casey Warren*²² destinés à former les salariés aux bonnes pratiques de sécurisation et de protection des données sensibles.

Les LG offrent aussi la possibilité d'impliquer l'apprenant dans son propre parcours d'apprentissage avec des interactivités et des ressorts ludiques comme la compétition, le hasard ou les récompenses, autant d'éléments qui sont propices à favoriser la motivation et à activer les capacités des apprenants (Dondlinger, 2007).

¹⁹ 2009, http://en.allexperts.com/e/i/in/interactive_trauma_trainer.htm

²⁰ 2005, <http://www.pixelearning.com>

²¹ 2007, <http://www.eagames.co.uk>

²² 2009, http://www.goveo.com/espace_demo2

Les LG peuvent également être construits comme de véritables outils de soutien pour l'enseignant. En effet, il est possible d'automatiser et d'intégrer les tâches répétitives de l'enseignant comme l'explication de certains concepts ou la correction des réponses des élèves dans le LG. Grâce à cette décharge, l'enseignant a alors plus de temps pour discuter avec les élèves, les conseiller et leur proposer de l'aide adaptée à leur niveau.

De plus, dans le cadre de la formation continue pour des adultes ayant déjà une expérience professionnelle, les LG peuvent paradoxalement s'avérer plus pédagogiques qu'une formation traditionnelle (Federation of American Scientist, 2006; Mayo, 2007). Ceci peut s'expliquer par le fait que les adultes ont du mal à se remettre dans un apprentissage scolaire et qu'il leur est difficile d'accepter des critiques provenant de formateurs souvent plus jeunes qu'eux. Les LG proposent une alternative plus ludique et moins académique. De plus les LG peuvent être paramétrés pour que toute forme de jugement provienne de l'application et non du formateur. Il est bien sûr possible que les commentaires soient, à l'origine, rédigés par des formateurs comme c'est le cas dans le LG *Laboratorium of epidemiology* utilisé à l'UFR de médecine de Grenoble (Gonçalves *et al.*, 2009).

Enfin, les LG offrent des moyens techniques de suivi et d'évaluation automatique ou semi-automatique qui répondent parfaitement aux besoins d'évaluation et validation des compétences dans le contexte d'une formation en entreprise ou en milieu scolaire (Carron *et al.*, 2008).

Maintenant que nous avons défini les LG et leurs potentiels dans le contexte de l'enseignement supérieur et en formation professionnelle, nous allons examiner l'influence des années de partenariat avec l'école d'ingénieur de l'INSA de Lyon sur notre travail.

1.2.5 L'héritage de L'INSA de Lyon

Le travail effectué dans le cadre de cette thèse est, en grande partie, imprégné de l'expérience de l'école d'ingénieurs de l'INSA de Lyon. Depuis 1994, les élèves du département Génie Industriel de l'INSA conçoivent et développent des LG dans le cadre des projets collectifs de 6 mois en 4^{ème} année (George, 2010). Ces LG sont commandés soit

par des entreprises partenaires²³ soit par l'INSA elle-même pour un usage interne. Ces LG sont utilisés à la place des cours traditionnels, TD et TP pour apprendre par exemple les méthodes de résolution de problèmes, la gestion des flux, la gestion des stocks, la maintenance, la démarche *Lean*, etc.²⁴ (Akkouche & Prévot, 1989; Babari *et al.*, 2000). L'enseignant y joue un rôle central d'animateur de jeu. Les LG sont aménagés de façon à avoir des périodes de débriefing au cours desquels les élèves comprennent l'utilité, dans un contexte réel, des compétences qu'ils viennent de développer à travers le LG. De plus, les élèves sont notés, non pas en fonction des résultats qu'ils obtiennent dans le LG, mais sur un « rapport d'étonnement » qu'ils doivent rendre à l'issue des sessions de jeux.

Notre travail s'inscrit donc dans le contexte des LG conçus pour la formation des élèves aux compétences d'ingénierie, mais avec la volonté constante de proposer des modèles et des environnements informatiques qui pourront être généralisé aux autres types de LG.

Maintenant que nous avons défini les LG et que nous avons montré leur pertinence pour l'enseignement supérieur et la formation professionnelle, nous analysons les problématiques liées à la création de tels outils.

1.3 Questions, hypothèses et objectifs de recherche

Dans cette partie, nous allons étudier des difficultés rencontrées lors de la création de LG qui bloquent l'utilisation à grande échelle de ces outils pourtant très prometteurs. Nous identifions plus particulièrement les deux besoins ressentis par concepteurs qui nous paraissent les plus importants et auxquels nous allons tenter d'apporter une solution dans cette thèse.

1.3.1 Les Learning Games, des investissements coûteux et risqués

L'inconvénient majeur des LG est sans conteste leurs coût de production souvent élevé : on estime que le coût de production d'un LG varie habituellement entre 10 et 300 000 dollars (Aldrich, 2009; Millet,

²³ HP, Thalès, Belin, Alstom, Sanofi

²⁴ <http://liesp.insa-lyon.fr/nosSeriousGames>

2010). Le coût de conception des LG à l'INSA de Lyon²⁵ est évalué à au moins 15 000 € pour une heure de jeu d'apprentissage. Mais le coût de certains jeux peut se rapprocher des coûts de l'industrie cinématographique, avec par exemple un montant de 30 millions de dollars pour *America's Army*, un jeu en réseau massivement multi-joueurs.

La plupart du temps, les LG ciblent des compétences expertes et visent donc un public très réduit. « Il n'est donc pas évident d'avoir un "retour sur investissement" et la création des LG est de ce fait risquée » (George, 2010).

De plus, pour être « bon », un LG doit réussir à trouver cet équilibre délicat entre les contraintes des dimensions ludiques et éducatives qui permet d'atteindre un apprentissage humain efficace. Cette symbiose n'est pas facile à obtenir, car il ne s'agit pas simplement « d'habiller » le scénario pédagogique avec des graphismes de jeu, mais de véritablement les intégrer et les nouer ensemble (Szilas & Sutter Widmer, 2009). De plus, dans un contexte scolaire, les LG jugés « trop ludiques » sont souvent mal acceptés comme support de travail par les enseignants. Toutes les phases du jeu doivent être justifiées comme faisant partie d'une stratégie d'apprentissage, mais ce rouage doit rester transparent pour l'élève qui doit être absorbé et porté par le jeu. Si un LG n'est pas assez ludique ou si sa finalité n'est pas bien introduite auprès des apprenants, son utilisation peut s'avérer pire qu'un cours normal (Sawyer, 2002).

Maintenant que nous avons décrit la problématique générale liée à la création onéreuse des LG, nous allons identifier plus précisément les besoins concrets des créateurs de LG afin d'envisager une façon de réduire les coûts de production.

1.3.2 Identification des besoins des créateurs de Learning Game

Les LG font appel à des mécanismes très complexes issus de différents domaines d'expertises. Leurs objectifs pédagogiques sont semblables aux formations E-learning et ils utilisent des techniques de jeu vidéo pour capter l'attention des apprenants. Pour obtenir un tel mélange, de nombreux acteurs ayant des compétences différentes

²⁵ http://gi.insa-lyon.fr/files/rte/Recapitulatif_jeux-v5.pdf

doivent collaborer. Le processus fait intervenir des enseignants experts en pédagogie, des spécialistes en conception et réalisation de jeux vidéo, mais aussi des élèves, des chefs d'établissements, des financeurs... L'expérience a montré qu'il est très difficile de faire collaborer tous ces acteurs de façon efficace et productive (Kelly *et al.*, 2007). Comme dans tout projet impliquant un grand nombre de collaborateurs, il est nécessaire d'identifier clairement le ou les rôles de chaque personne et ce qu'il doit apporter au projet pour ne pas perdre de temps au niveau de l'organisation. Les difficultés sont particulièrement nombreuses lors de la phase de conception pour laquelle les enseignants et les spécialistes du jeu doivent travailler ensemble pour élaborer le scénario du LG. Les entreprises et les laboratoires qui conçoivent des LG ressentent le besoin d'avoir une méthodologie type sur laquelle ils peuvent s'appuyer pour produire des LG de façon efficace (Zyda, 2005; Jovanovic *et al.*, 2008). Comme tout acteur industriel, ils ressentent également le besoin de capitaliser et partager l'expérience acquise au cours des années. Ils souhaitaient notamment pouvoir réutiliser tout ou partie des LG déjà existants pour les adapter (Sghaier *et al.*, 2007; Kickmeier-Rust & Albert, 2009).

L'autre difficulté majeure à laquelle sont confrontés les concepteurs de LG est celle de tisser les activités pédagogiques dans le contexte ludique du jeu. Comme nous l'avons dit auparavant, il ne suffit pas d'habiller les activités d'une couverture ludique, mais de véritablement les nouer ensemble pour que les apprenants ressentent une motivation intrinsèque qui suscite leur envie d'apprendre. La création d'un tel scénario n'est pas aisée, car elle exige la collaboration parfaite entre l'expert pédagogique et le *game designer*. Cette collaboration est entravée par le fait que les protagonistes n'utilisent pas le même vocabulaire. Ils ont donc besoin d'un langage commun et d'une modélisation sur laquelle ils peuvent travailler tous les deux. Mais cette modélisation doit aussi permettre aux concepteurs d'organiser les connaissances, les comportements et les compétences qu'ils veulent faire apprendre et valider. Les LG doivent avoir des objectifs pédagogiques explicites et détaillés en adéquation avec les besoins des formateurs pour qu'ils soient acceptés et utilisés (Lepper & Malone, 1987). Notons qu'une formalisation claire des compétences aide également dans l'étape d'évaluation des apprenants en fin de

session comme dans *Mission to sell*²⁶ où la réussite d'un LG est souvent sanctionnée par un certificat de formation détaillant les connaissances et les compétences validées. Enfin, il y a une forte demande, à la fois de la part des concepteurs experts et des novices pour un dispositif qui leur donne la possibilité de formaliser quand et comment ils utilisent les ressorts ludiques dans leurs LG. L'utilisation du jeu pour apprendre n'est pas encore rentrée dans les habitudes et les auteurs doivent justifier, auprès des clients et des formateurs, des ressorts ludiques qu'ils utilisent en démontrant de quelle manière ils sont bénéfiques pour l'apprentissage. Il est donc primordial pour les concepteurs de LG d'être capables de mettre en relation les ressorts du jeu et les aspects éducatifs qu'ils apportent à la formation (Marriais, 2012).

Ces observations nous ont amené à formaliser deux objectifs de recherche principaux auxquels nous allons tenter de répondre dans cette thèse :

- **Objectif A : faciliter la collaboration entre les différents acteurs qui doivent intervenir durant la création de LG ainsi que la capitalisation du savoir-faire collectif.**
- **Objectif B : faciliter la scénarisation de LG, c'est-à-dire aider l'équipe de concepteurs à imaginer des LG qui soient à la fois ludiques et attractifs tout en conservant le fort potentiel éducatif indispensable à la formation.**

1.3.3 Questions de recherche et hypothèses

Nous allons maintenant présenter les hypothèses que nous avons posées pour tenter de trouver des solutions aux deux objectifs de recherche que nous nous sommes fixé.

1.3.3.1 Hypothèses liées à l'objectif A : faciliter la collaboration

La première question de recherche concerne les solutions que l'on peut apporter pour faciliter la collaboration entre les différents acteurs qui doivent intervenir pour créer un LG. Dans l'idéal, nous aimerions que les acteurs aient une idée claire et nette des tâches qu'ils ont à accomplir, ainsi que l'ordre dans lequel ils doivent procéder

²⁶ www.elearning-cegos.fr

afin de faciliter le travail collaboratif. Nous aimerions aussi leur permettre de travailler plus efficacement, notamment leur donner la possibilité de s'aider d'outils existants et de capitaliser leurs expériences.

Pour répondre à cette question, nous avons émis plusieurs hypothèses que nous décrivons dans le chapitre 3 :

- Une **méthodologie de création globale** d'un LG qui spécifie les acteurs et leurs rôles complémentaires pourra les aider à collaborer de façon efficace. Cette méthodologie doit également guider les acteurs en leur proposant des outils dont ils peuvent se servir pour chaque grande phase de la vie du LG.
- Un **processus détaillé pour la phase de conception**, qui guide des concepteurs étape par étape va accélérer la conception et aidera les concepteurs à définir des spécifications claires et structurées pour l'équipe de réalisation. Cette phase de conception commencera juste après la phase initiale de définition des besoins du client et s'enchaînera sur la phase de développement du LG.
- La mise au point d'un **schéma de métadonnées** pour trouver des composants logiciels de LG réutilisables adaptés à chaque situation aidera les concepteurs à capitaliser leurs expériences et ainsi réduire les coûts de production.

1.3.3.2 Hypothèses liées à l'objectif B : assister la scénarisation de LG

La deuxième question de recherche traite de l'assistance à la scénarisation des LG. D'abord, nous aimerions aider les concepteurs à identifier clairement les compétences cibles qu'ils doivent intégrer dans leur LG. Ensuite, nous aimerions aider les concepteurs à structurer des activités pédagogiques pertinentes vis-à-vis de ces compétences ciblées pour assurer le potentiel éducatif du LG. En même temps, nous aimerions assister la créativité des concepteurs et les aider à imaginer un scénario de mise en scène ludique et un environnement de jeu attractif dans lequel les apprenants auront envie de s'immerger.

Pour répondre à cette question, nous avons émis plusieurs hypothèses que nous décrivons dans le chapitre 4 :

- L'utilisation d'une **modélisation spécifique des compétences métiers** aidera les concepteurs à spécifier clairement les objectifs pédagogiques.

- La **modélisation du scénario** de LG qui représente d'un côté la structuration pédagogique et de l'autre côté sa mise en scène ludique aidera les concepteurs à construire une expérience d'apprentissage cohérente, équilibrée et structurée dans laquelle l'utilisation du jeu est justifiée. Cette modélisation représente aussi les éléments pédagogiques et ludiques que les concepteurs doivent intégrer au scénario du LG (compétences métiers, personnages, commentaires...)

Les hypothèses que nous venons de proposer seront validées par le protocole d'évaluation que nous proposons dans le chapitre 6 de cette thèse.

1.4 Méthodologie de recherche

Dans cette partie, nous allons détailler, de façon chronologique, la méthodologie de recherche que nous avons choisie pour répondre au mieux à nos objectifs.

1.4.1 Études des besoins des concepteurs

Tout d'abord, nous avons procédé à une étude des besoins concrets des concepteurs de LG. Dans un premier temps, nous avons principalement observé et discuté avec des équipes de création de LG au sein de l'école d'ingénieur de l'INSA de Lyon, mais aussi avec les équipes professionnelles d'entreprises et de laboratoires faisant partie du projet Learning Game Factory (LGF). Ce projet, dont nous faisons partie, a commencé en 2008 et regroupait des entreprises d'e-learning, de jeux vidéo et des laboratoires de recherche²⁷. Ce projet a été financé par la Région Rhône-Alpes et les fonds européens FEDER²⁸ dans le cadre de la thématique « Innovation et économie de la connaissance ».

²⁷ Membres du projet LGF : SYMETRIX, SBT, DAESIGN, Les Tanukis, Genezis, Laboratoire Informatique INPG-LIG, Laboratoire Informatique LIESP, INSA de Lyon, Équipe SYSCOM, ESC Chambéry.

²⁸ www.projetsdeurope.gouv.fr



Nos interactions avec ses équipes de concepteurs nous ont permis de dresser la liste de leurs principaux besoins.

1.4.2 État de l'art des méthodologies et des outils pour la conception de LG

En parallèle à l'étude des besoins des concepteurs, nous avons travaillé sur un **état de l'art des méthodologies et des outils existants** pour voir s'il existait des solutions qui pourraient être adaptées à leurs besoins. Étant donné que les recherches sur les LG manquent encore de maturité, nous avons étendu nos recherches sur les méthodes de conceptions des EIAH et des jeux vidéo. En raison de la nature fortement concurrentielle des entreprises de jeux vidéo, il est assez difficile de trouver des livres ou des articles détaillés sur leurs méthodes de production. Toutefois, nous avons eu la chance de rencontrer les *game designers* de trois entreprises de jeux vidéo lyonnaises et parisiennes ainsi que des étudiants en *game design* avec lesquels nous avons pu discuter librement, et aborder les problèmes d'organisation et les autres difficultés qu'ils rencontraient.

Nos recherches nous ont permis de confronter les besoins concrets des concepteurs aux solutions existantes et d'identifier deux besoins importants pour lesquels il n'existe aucune solution pleinement satisfaisante. Cette partie sera présentée dans le **chapitre 2** de cette thèse.

1.4.3 Élaboration des propositions avec une démarche itérative et participative

Pour répondre aux besoins des concepteurs, nous avons d'abord dressé une **méthodologie de création globale** d'un LG en spécifiant clairement les différents acteurs et leurs rôles complémentaires. Sur la base de nos recherches préalables, nous avons également identifié les outils existants qui pourraient aider les concepteurs dans chaque grande phase de la création. Nous avons ensuite travaillé sur une **méthodologie détaillée de la phase de conception** afin d'aider les acteurs à collaborer de façon plus efficace. Ces méthodologies ont été mises au point de manière itérative et participative avec les équipes de concepteurs concertées en début de la thèse.

En parallèle, nos recherches au sein du projet LGF nous ont amenés à travailler sur le besoin ressenti par les concepteurs à capitaliser et partager leurs savoirs. Ce projet a abouti par la mise en place d'une base de données commune de composants logiciels réutilisables. Dans ce cadre, nous avons mis au point un **schéma de méta-données** pour aider les concepteurs à trouver des composants logiciels adaptés à chacune des situations rencontrées. Ces deux dernières parties seront présentées dans le **chapitre 3** de cette thèse.

Notre deuxième proposition consiste en une **modélisation du scénario de LG** original qui représente d'un côté la structure pédagogique choisie par l'expert pédagogique et de l'autre côté sa mise en scène ludique imaginée par le *game designer*. Cette modélisation est initialement basée sur une étude approfondie de la structure des LG produits à L'INSA de Lyon. Elle a ensuite été utilisée avec succès pour modéliser d'autres LG. Cette partie sera présentée dans le **chapitre 4** de cette thèse.

1.4.4 Implémentation incrémentale de la plateforme LEGADEE

Pour vérifier nos propositions et évaluer leur impact, nous avons ensuite développé un **environnement informatique d'aide à la conception**, appelé **LEGADEE** (*LEarning GAmE DEsign Environment*). Le développement de cette plateforme tient une part importante dans nos travaux. En effet, il ne suffisait pas de mettre au point une simple maquette, mais un prototype opérationnel et évaluable. Pour éviter tout problème d'ergonomie qui aurait gêné les utilisateurs, les maquettes de l'interface ont été évaluées par des ergonomes à plusieurs reprises. Les versions successives de LEGADEE ont également été testées par des personnes internes et externes à notre laboratoire et sur des systèmes d'exploitation différents afin de trouver et de réparer le maximum de dysfonctionnements. Nous avons aussi pris la peine d'espacer les sessions d'évaluation pour avoir le temps de corriger les dernières erreurs jusqu'à l'obtention d'une version stable. Cette partie sera présentée dans le **chapitre 5** de cette thèse.

1.4.5 Validation des propositions

Enfin, nous avons imaginé un **protocole d'évaluation** pour valider notre environnement auteur ainsi que la méthodologie et le modèle proposés. À l'aide de critères d'évaluation définis par des experts ;

nous comparons la qualité de 24 scénarios de LG créés avec et sans LEGADEE. Les résultats issus de l'évaluation apportent des éléments de validation des hypothèses que nous avons émises et permettent de les affiner et de les enrichir. Cette partie de notre travail sera présentée dans le **chapitre 6** de cette thèse.

SYNTHÈSE

Dans ce chapitre, nous introduisons notre objet de recherche : les **Learning Games** (LG) pour la formation de compétences métiers dans l'enseignement supérieur ou en entreprise. Nous montrons aussi pourquoi les LG sont pertinents dans ce contexte.

Nous présentons ensuite la problématique générale de cette thèse qui est de réduire les caractères coûteux et risqués de la conception d'un LG. Nous détaillerons ensuite nos deux objectifs de recherche centraux :

→ **Objectif A : faciliter la collaboration entre les différents acteurs.**

→ **Objectif B : faciliter la scénarisation des LG.**

Pour répondre à ces objectifs, nous formulons des hypothèses basées sur les études préliminaires des méthodes et des outils existants. Pour finir, nous détaillons notre méthodologie de recherche.

Chapitre 2. État de l'art des méthodologies, des méthodes et des outils pour la conception de Learning Games

Chapitre 2. État de l'art des méthodologies, des méthodes et des outils pour la conception de Learning Games

2.1 Méthodologies globales de création collaborative de formation et/ou de jeu	53
2.1.1 Méthodologies globales de création collaborative de formation e-learning.....	53
2.1.1.1 Méthodologie d'ingénierie MISA.....	53
2.1.1.2 Méthodologie de création du Swedish TelePedagogic Knowledge Centre.....	55
2.1.2 Méthodologies globales de création collaborative de jeux vidéo.....	57
2.1.3 Méthodologies de création collaborative de Learning Games.....	60
2.1.3.1 Méthodologie de création EMERGO.....	60
2.1.3.2 Méthodologie de conception DODDLE.....	61
2.1.3.3 Méthodologie de conception de l'entreprise KTM Advance.....	63
2.1.4 Synthèse sur les méthodologies globales de création collaborative.....	64
2.2 Modèles pour faciliter la scénarisation de Learning Games	67
2.2.1 Sous-objectif B1 : Assister la conception de structuration pédagogique.....	68
2.2.1.1 Le langage de modélisation IMS-LD.....	68
2.2.1.2 Outils de conception de scénario d'apprentissage LAMS.....	71
2.2.1.3 Langage de modélisation MOT.....	72
2.2.1.4 Langage de modélisation E2ML.....	74
2.2.1.5 Modélisation de scénario de formation militaire IPI Create.....	75
2.2.1.6 Synthèse des modèles pour assister la conception de structuration pédagogique.....	77
2.2.2 Sous-objectif B2 : faciliter la rédaction de spécifications claires pour l'équipe de développement.....	78
2.2.2.1 Techniques utilisées par les game designers en entreprise et formation initiale des game designers.....	78
2.2.2.2 Plateforme IBIS : conception de jeux en réalité virtuelle pour la formation.....	80
2.2.2.3 Synthèse des modèles qui assistent la conception de scénario d'activités ludiques au service de la formation.....	81
2.2.3 Sous-objectif B3 : faciliter la rédaction de spécifications claires pour l'équipe de développement.....	82
2.2.3.1 Modélisation des interactions.....	82
2.2.3.2 Outil de maquettage des interfaces.....	83
2.2.3.3 Synthèse des modèles qui facilitent la rédaction de spécifications claires pour l'équipe de développement.....	85
2.3 Étude des outils auteurs de Learning Games	85
2.3.1 Rappel des objectifs.....	85
2.3.2 L'outil auteur SceneLRPG.....	86
2.3.3 La plateforme <E-Adventure>.....	88
2.3.4 L'environnement de conception Storytec.....	90
2.3.5 La plateforme PLAGER-VG.....	93
2.3.6 Synthèse de l'état de l'art des outils auteurs de LG.....	95
2.3.7 Caractéristiques voulues pour notre futur outil auteur.....	96

Comme le montre la Figure 6, ce chapitre est composé de trois parties avec des états de l'art sur des plans distincts et complémentaires.

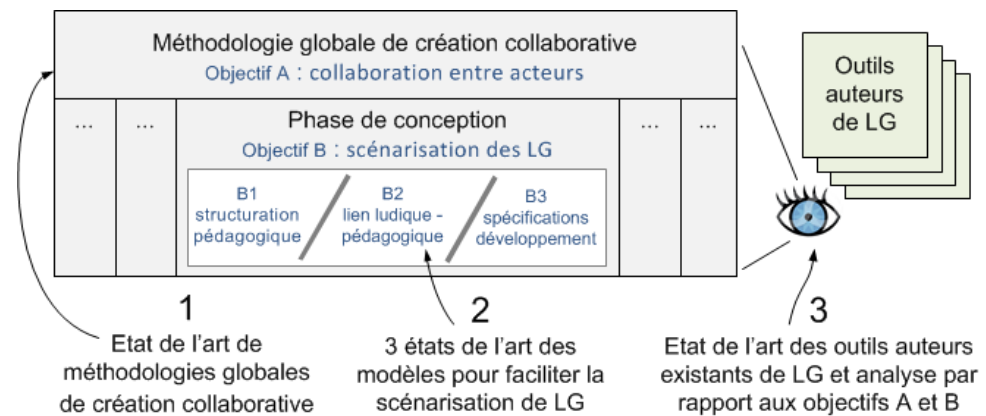


Figure 6 : Plan du chapitre 2

Dans une première partie, nous présenterons un **état de l'art des méthodologies globales de création collaborative**. Cet état de l'art a pour but d'identifier les caractéristiques qui nous paraissent essentielles afin de répondre à l'**objectif A** que nous nous sommes fixé, c'est-à-dire faciliter la collaboration entre les nombreux acteurs qui interviennent dans les LG et ainsi réduire le coût et le temps de création. Les LG étant encore un domaine de recherche peu mature, nous avons élargi notre étude aux méthodologies de création des formations e-learning qui jouissent de beaucoup plus d'expérience. Nous analysons également les méthodologies utilisées dans le domaine des jeux vidéo puisqu'elles impliquent beaucoup d'acteurs communs aux LG et qu'elles ont évolué dans l'optique constante de réduire les coûts de production au minimum. En analysant les points forts de chacune de ces méthodologies, nous identifions une liste de caractéristiques qui nous paraissent primordiales et que nous intégrerons à notre propre méthodologie de conception de LG.

Dans une deuxième partie, nous focalisons notre attention sur la phase de conception de LG et notamment sur l'**objectif B** que nous nous sommes fixé, c'est-à-dire de faciliter la scénarisation de LG à la fois ludique et éducatif. Cependant, pour mieux cerner les éléments nécessaires pour répondre à cet objectif, nous l'avons décomposé en trois sous-objectifs que nous décrirons par la suite :

- **Sous-objectif B1** : Assister la structuration pédagogique

- **Sous-objectif B2** : Assister la conception de scénario d'activités ludiques au service de la formation
- **Sous-objectif B3** : Faciliter la rédaction de spécifications claires pour l'équipe de développement

Dans cette partie, nous présenterons donc **trois sous-états de l'art des modèles spécifiques pour aider à la scénarisation de LG**. Le premier sous-état de l'art présentera différents modèles de structurations pédagogiques utilisées pour la scénarisation de formation d'e-learning. Cette étude nous permettra d'identifier les caractéristiques qui nous paraissent essentielles afin de répondre au sous-objectif B1. Le deuxième sous-état de l'art présentera différents modèles et techniques des créativités utilisés pour concevoir des jeux vidéo. Cette étude nous permettra d'identifier les caractéristiques qui nous paraissent essentielles afin de répondre au sous-objectif B2. Enfin, le troisième sous-état de l'art présentera différents modèles utilisés dans différents domaines pour faciliter la rédaction de spécifications claires pour l'équipe de développement. Cette étude nous permettra d'identifier les caractéristiques qui nous paraissent essentielles afin de répondre au sous-objectif B3. En analysant les modèles de ces trois sous-états de l'art complémentaires, nous identifions donc une liste de caractéristiques que nous intégrerons à notre propre modèle de scénario de LG.

Dans une troisième partie, nous proposons un **état de l'art des outils auteurs existants pour les LG** que nous avons choisis pour leur proximité avec notre contexte d'étude. Nous analysons également chacun de ces outils pour déterminer s'ils répondent à nos objectifs A et B (décomposé en B1, B2 et B3). Avec cette étude, nous montrerons notamment qu'aucun outil ne répond pleinement à nos objectifs et qu'il est donc nécessaire de proposer un nouvel outil auteur. Ce nouvel outil devra notamment intégrer une méthodologie de création collaborative et un modèle de scénario de LG qui présentent toutes les caractéristiques que nous avons identifiées comme essentielles lors des deux premiers états de l'art.

Les états de l'art que nous proposons n'ont pas la prétention d'être exhaustifs tant les domaines sont vastes et les propositions nombreuses, car souvent adaptées par les concepteurs à leurs objectifs. Notre étude se concentre sur les recherches qui nous ont paru les plus pertinentes dans le cadre de notre contexte d'étude. Nous avons

également favorisé les méthodologies instrumentées par des outils informatiques et qui ont été validées par des expérimentations.

2.1 Méthodologies globales de création collaborative de formation et/ou de jeu

Dans cette première partie, nous allons nous intéresser aux recherches sur les méthodologies globales de création collaboratives qui proposent des solutions pour répondre au premier objectif que nous avons identifié :

→ **Objectif A : faciliter la collaboration entre les différents acteurs qui doivent intervenir durant la création de LG.**

Nous allons d'abord nous pencher sur les méthodologies de conceptions collaboratives proposées dans le domaine de la formation e-learning. Les recherches dans ce domaine jouissent en effet d'une certaine maturité et proposent des solutions éprouvées et utilisées. Nous analysons ensuite les méthodologies utilisées dans le domaine des jeux vidéo. Enfin, nous analyserons trois méthodologies proposées pour la création de LG.

L'analyse des points forts de ces méthodologies de collaboration, venant de domaines variés, nous permettra d'identifier une liste de caractéristiques qui nous paraissent primordiales et que nous voulons intégrer à notre propre méthodologie.

2.1.1 Méthodologies globales de création collaborative de formation e-learning

Dans cette partie, nous allons analyser deux méthodologies globales de création collaborative qui ont fait leurs preuves dans le domaine de la conception de formation e-learning.

2.1.1.1 Méthodologie d'ingénierie MISA

MISA (Méthode d'Ingénierie pour les Systèmes d'Apprentissage) est une méthodologie issue des nombreuses années d'expérience de l'université TELUQ²⁹ qui conçoit et utilise des formations à distance depuis 1972 (Paquette *et al.*, 2002). La méthodologie MISA guide l'équipe de concepteurs (formateurs, ingénieurs, fournisseurs de con-

²⁹ www.teluq.quebec.ca

tenus, représentants de l'institution de formation...) à travers 6 grandes phases :

- Définition du projet
- Analyse préliminaire
- Élaboration de l'architecture de la formation
- Conception du matériel pédagogique (textes, exercices...)
- Développement et validation du matériel pédagogique
- Préparation de la mise en place de la formation

Pour chaque phase, la méthodologie précise les éléments de documentation qui doivent être écrits par l'équipe de conception (Paquette *et al.*, 1997). MISA propose en tout 33 documents avec des formats standards qui peuvent ensuite être compilés automatiquement par certaines plateformes d'apprentissage (Figure 7). Pour aider les concepteurs à écrire ces documents, les auteurs proposent également le langage de modélisation MOT que nous verrons dans la deuxième partie de ce chapitre.

Phase 1 Project Definition	Phase 2 Preliminary Solution	Phase 3 Architecture Design	Phase 4 Instructional Material Design	Phase 5 - Material Development and Validation	Phase 6 Implementation Plan
100 Organisation's Training System	210 Knowledge Model Orientation Principles 212 Knowledge Model 214 Target Competencies	310 Learning Unit Content	410 Content of Learning Instruments		610 Knowledge and Competency Management
102 Objectives of the Learning System	220 Instructional Model Orientation Principles 222 Learning Event Network 224 Learning Unit Properties	320 Instructional Scenarios 322 Properties of Each Learning Activity	420 Properties of Learning Instruments and Guides		620 Actor and Group Management
104 Target Populations		330 Development Infrastructure	430 List of Learning Materials 432 Learning Material Models	434 Media Elements 436 Source Documents	630 Learning System and Resource Management
106 Present Situation	230 Material Development Orientation Principles		440 Delivery Model 442 Actors and Packages of Materials	444 Tools and Means of Communication 446 Delivery Services and Locations	640 Maintenance and Quality Management
108 Reference Documents	240 Delivery Orientation Principles 242 Cost Benefit Analysis	340 Delivery Planning		540 Assessment Planning 542 Revision Decision Log	Infrastructure in Place

KS = knowledge and competency specifications, IS = instructional specifications, MP = media specifications, DS = delivery specifications

Figure 7 : Documents standard proposés pour chaque phase de conception de MISA issue de (Paquette *et al.*, 1997)

Les utilisations de la méthodologie MISA en conditions réelles ont montré qu'elle aidait les concepteurs grâce à sa structura-

tion robuste et claire des étapes et des documents à fournir. Malgré tout, certains enseignants ayant utilisé MISA, trouvent la méthodologie trop complexe. Ainsi Pascale Bellier écrit dans son blog³⁰ qu'elle « [...] considère la MISA comme une démarche très robuste, mais complexe » et trouve par exemple que « [...] la première étape de la MISA pourrait considérablement être simplifiée ». Dans une interview³¹, Gilbert Paquette dit lui-même que cette méthodologie est encore trop compliquée et que son équipe travaille sur l'adaptation et la simplification de celle-ci.

L'analyse de cette méthodologie montre donc l'intérêt d'avoir des **étapes clairement définies** avec des **documents types à remplir pour chaque étape**, mais ces dernières doivent rester simples et faciles à prendre en main. Elle propose également une **phase de validation** qui nous semble indispensable pour valider l'atteinte des objectifs pédagogiques identifiés lors de la phase initiale

2.1.1.2 Méthodologie de création du Swedish TelePedagogic Knowledge Centre

Le Swedish TelePedagogic Knowledge Centre³² a été créé en 1993 pour répondre aux objectifs d'aide à la conception d'environnements de formation en ligne. Au cours des années, les chercheurs de ce centre ont mis au point des méthodologies collaboratives pour faciliter leur travail avec les enseignants et les clients impliqués dans les projets. Nous avons pu discuter avec un des fondateurs du centre qui nous a fait une démonstration de leur plateforme de conception participative. Pour des raisons de confidentialité, nous ne pouvons pas montrer les interfaces, mais nous pouvons néanmoins donner leurs principales caractéristiques.

La plateforme conçue et utilisée par le centre guide les concepteurs pas à pas à travers l'élaboration d'une vingtaine de documents types qui décrivent les parties complémentaires de la formation (Figure 8). Les documents Word ont progressivement laissé la place à des éditeurs informatisés en ligne pour augmenter l'efficacité de la conception. Ces documents sont ensuite fournis comme spécifications à l'équipe de réalisation qui développera le logiciel de formation. La

³⁰<http://reflexions-technopedagogiques.blogspot.fr/2012/06/lutilisation-de-la-misa-pour-un-projet.html>

³¹ <http://www.cairn.info/revue-distances-et-savoirs-2003-2-page-277.htm>

³²www.pedagogic.com

plateforme propose différents outils pour chaque membre de l'équipe de conception. Ainsi, l'expert cognitif utilise un éditeur de carte conceptuelle pour fournir la modélisation des compétences du domaine. Le ou les enseignants impliqués dans le projet doivent ensuite travailler sur un tableau pré-rempli afin de spécifier les objectifs pédagogiques à intégrer au cours de la formation. La plateforme leur propose alors un éditeur visuel de scénario sur lequel ils peuvent modéliser le scénario de la formation.

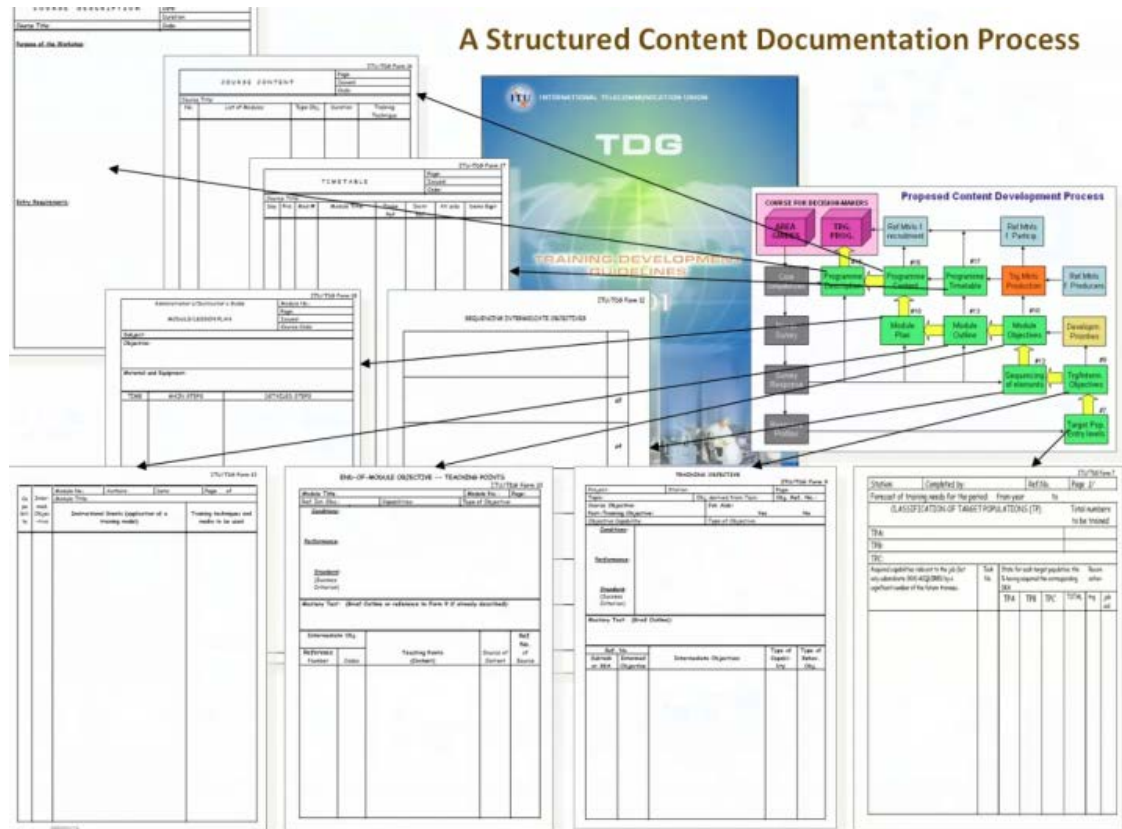


Figure 8 : Plateforme de conception collaborative du Swedish TelePedagogic Knowledge Centre qui guide des concepteurs avec des documents types

Les interfaces de la plateforme sont simples et ergonomiques avec des mécanismes de glisser-déposer et les chercheurs du centre sont convaincus que ce type d'interface convient bien aux enseignants qui participent à l'élaboration de la formation. Ils pensent aussi que la collaboration est favorisée par la représentation du scénario globale sous forme de graphe éditable par tous. Le centre teste d'ailleurs en ce moment l'utilisation d'une table interactive sur laquelle les concepteurs peuvent travailler sur le scénario simultanément.

ment afin de faciliter encore plus l'aspect collaboratif. De plus, le centre propose une méthodologie de travail qui détermine clairement les tâches de chaque collaborateur et son utilisation a montré qu'elle aide non seulement à réduire le temps de production, mais aussi à diminuer les conflits entre les personnes impliquées.

Comme la méthodologie MISA, la méthodologie utilisée dans ce centre montre donc l'intérêt d'avoir des **étapes clairement définies** avec des **documents types informatisés à remplir pour chaque étape**. De plus, les chercheurs mettent en avant l'importance d'**identifier les rôles de chaque intervenant** pour faciliter la collaboration et de leur proposer des **outils adaptés à leurs compétences**.

2.1.2 Méthodologies globales de création collaborative de jeux vidéo

Dans cette partie, nous allons analyser les caractéristiques des méthodologies d'entreprises de jeux vidéo. Ces méthodologies ont été modifiées et adaptées au cours des années pour atteindre une productivité maximale vitale aux entreprises. Puisque l'efficacité est l'une de nos priorités et que la conception de LG fait intervenir beaucoup d'acteurs communs à celle des jeux vidéo, il est intéressant d'analyser leurs méthodologies. Dans la suite, nous détaillons la méthodologie adoptée par l'entreprise *Étrange Libellule* qui est représentative des méthodologies utilisées par les entreprises de jeux vidéo.

Étrange Libellule est une entreprise de jeux vidéo lyonnaise qui a travaillé sur des jeux à large public multiplateforme, dont *The Legend of Spyro : Dawn of the Dragon*³³ et *Alice in Wonderland*³⁴. Elle employait, en 2011, une quinzaine d'informaticiens, une dizaine de graphistes-animateurs et six personnes préposées aux relations clients. Depuis la création de l'entreprise, les dirigeants ont mis au point une méthodologie et des techniques de conception pour optimiser au maximum le temps de production. La Figure 9 présente leur méthodologie avec les acteurs et les outils utilisés :

- Le *lead game designer* commence par écrire le **séquentier**. Ce document va servir de référence pendant toute la conception et va se construire de façon itérative avec l'accord du *client*. Il contient l'histoire générale et la description de chaque sé-

³³ http://en.wikipedia.org/wiki/The_Legend_of_Spyro:_Dawn_of_the_Dragon

³⁴ http://en.wikipedia.org/wiki/Alice_in_Wonderland_%282010_video_game%29

quence du jeu. Le séquencier est écrit dans un simple fichier Word, mais les *games designers* ont adopté des formalismes bien spécifiques pour en faciliter la lecture (couleurs, styles de texte, personnages, dialogues...). Chaque séquence est composée de 3 parties : introduction, développement et résolution. Ces parties peuvent être PLAY (jeu vidéo) ou NOPLAY (cinématique). Les *game designers* spécifient aussi le nom, le lieu de l'action, le moment (jour/nuit) et l'objectif que le joueur doit atteindre pour chaque partie.

- Le *séquencier* est donné au *storyboard writer*. Ce dernier détaille toutes les scènes avec des maquettes dans le **storyboard**. La description des scènes NOPLAY est envoyée à un *animateur vidéo* qui conçoit les scènes cinématiques.
- Le *séquencier* et le *storyboard* sont ensuite donnés à deux catégories de *game designers*. Les *level designer* imaginent les environnements virtuels (maison, falaises, plaine, monde ...) en fonction des mécanismes centraux du jeu (ex. voler + combattre). Ils conçoivent ensuite des **maquettes de chaque level** (espace de jeux) avec le logiciel de modélisation et d'animation 3D MAYA³⁵. Les *roughmans* fournissent une collection d'**images** qui donnent les directions artistiques sur le style de monde et d'ambiances qu'ils veulent créer.
- En parallèle, l'*animateur vidéo* conçoit les **vidéos** des scènes NOPLAY du *storyboard*.
- Les *level builder* reprennent les modèles des *levels* et développent le **code** du jeu avec le moteur de rendu 3D OPENGL³⁶ ou le moteur de jeu interne à l'entreprise. Ils ajoutent également les décors et codent les actions possibles des personnages.
- De leur côté, deux équipes de *Graphistes* retravaillent les images données par les *roughman*. Les *Graphistes Modeleurs* modèlent les **formes** des personnages et les objets du jeu avec MAYA et les *textureurs* utilisent l'outil Z-Brush³⁷ pour mettre au point des **textures** qui seront collées sur ces éléments.

³⁵ <http://usa.autodesk.com/maya>

³⁶ <http://www.opengl.org>

³⁷ <http://www.pixologic.com/zbrush>

Ainsi, comme pour la création de formation e-learning, les entreprises de jeux vidéo utilisent des méthodologies avec des **étapes clairement définies** et des **documents types** avec un format propriétaire afin d'augmenter l'efficacité de la production. Ces méthodologies **identifient également les rôles de chaque intervenant** et leur assignent des **outils adaptés**.

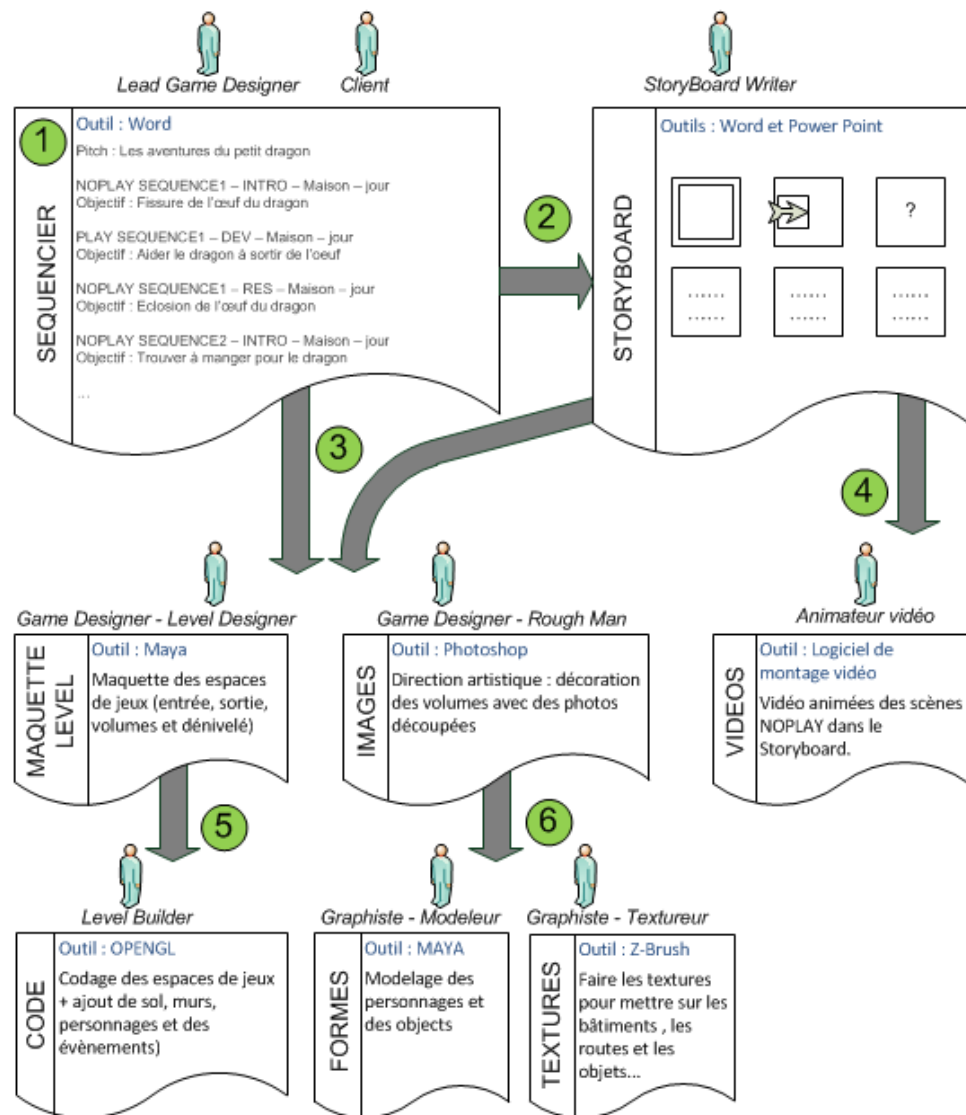


Figure 9 : Méthodologie de création d'Étrange Libellule

2.1.3 Méthodologies de création collaborative de Learning Games

Maintenant que nous avons analysé les méthodologies qui ont fait leurs preuves pour la conception de formation e-learning et la conception de jeux vidéo, nous allons présenter une synthèse de quelques propositions de méthodologie de création de LG. Parmi toutes les méthodologies que nous avons étudiées, nous avons choisi celles qui fournissaient des solutions se rapprochant le plus de nos objectifs et qui avaient une forme de validation.

2.1.3.1 Méthodologie de création EMERGO

La méthodologie EMERGO a vu le jour au cours d'un projet réunissant trois universités des Pays-Bas qui travaillent depuis plus de 10 ans sur les LG (Nadolski *et al.*, 2008). Elle concerne la création de LG pour l'enseignement supérieur de type jeu d'enquête dans lequel il faut résoudre un problème (*case resolution*). La méthodologie préconise 5 phases (Figure 10) :

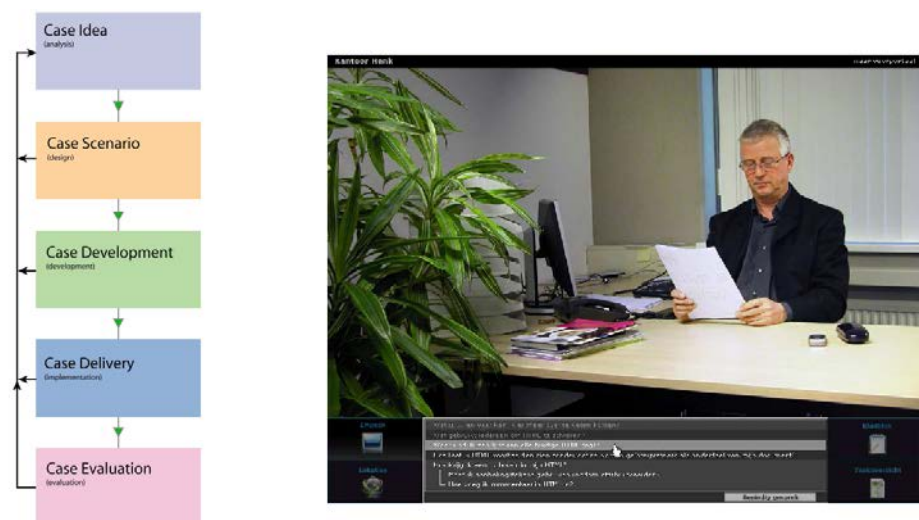


Figure 10 : Méthodologie EMERGO et un exemple de LG produit avec cette méthodologie (Nadolski *et al.*, 2008)

- **Analyse des objectifs (*case idea*)** : les enseignants doivent notamment définir les objectifs pédagogiques de leur LG et le contexte d'utilisation (en classe, nombre d'heures de formation, matériel...).

- **Conception du scénario** (*case scenario*) : les enseignants doivent décrire chaque étape du scénario avec trois niveaux de détail successifs :
 - Scénario global : graphe grossier des activités essentielles.
 - Scénario détaillé : description des activités (acteurs, nature de l'activité, résultat attendu), ordre des activités et importance (obligatoire ou pas).
 - Spécifications de chaque écran : pour chaque écran, les concepteurs donnent des indications sur les composants logiciels nécessaires à son exécution (éditeur de QCM, outil chat, prise de note...) et les ressources sur lesquelles ils doivent s'appuyer (texte, vidéo...).
- **Développement** (*case development*) : l'équipe de réalisation développe le LG.
- **Tests sur le public cible** (*case delivery*) : le LG est ensuite testé sur un échantillon de public cible pour faire disparaître toutes les erreurs de programmation.
- **Évaluation** (*case evaluation*) : l'enseignant reprend sa liste d'objectifs pédagogiques définie au début du projet et vérifie que le LG y répond bien.

De la même façon que les méthodologies vues précédemment, EMERGO propose des **étapes clairement définies et des documents types** pour aider les concepteurs dans leurs tâches. La méthodologie propose également une **phase de spécification des objectifs pédagogiques au début** qui nous paraît très important pour convenir des buts du LG et une **phase de validation finale** que nous trouvons aussi très importante puisqu'elle permet de vérifier que l'atteinte de ces objectifs.

2.1.3.2 Méthodologie de conception DODDLE

DODDLE (*Document-Oriented Design and Development of Experimental Learning*) est une méthodologie de conception de LG centrée documents (McMahon, 2009a) (Figure 11). Elle propose de concevoir le LG en 4 étapes, avec des paliers de spécification de plus en plus précis :

- **Analyse préliminaire** (*situation analysis*) : les concepteurs doivent décrire les objectifs du LG, la méthodologie

d'apprentissage ainsi que le profil des apprenants et le contexte de la formation.

- **Conception globale** (*design proposal*) : les concepteurs doivent lister les concepts pédagogiques, le type de jeu qu'ils souhaitent utiliser et les challenges du LG.
- **Documentation pour la conception** (*design documentation*) : les concepteurs doivent décrire le scénario détaillé du LG ainsi que les interfaces et les interactions.
- **Documentation pour le développement** (*production documentation*) : les concepteurs doivent décrire le story-board du LG, donner les spécifications globales et décrire les mécanismes de jeu et les variables.

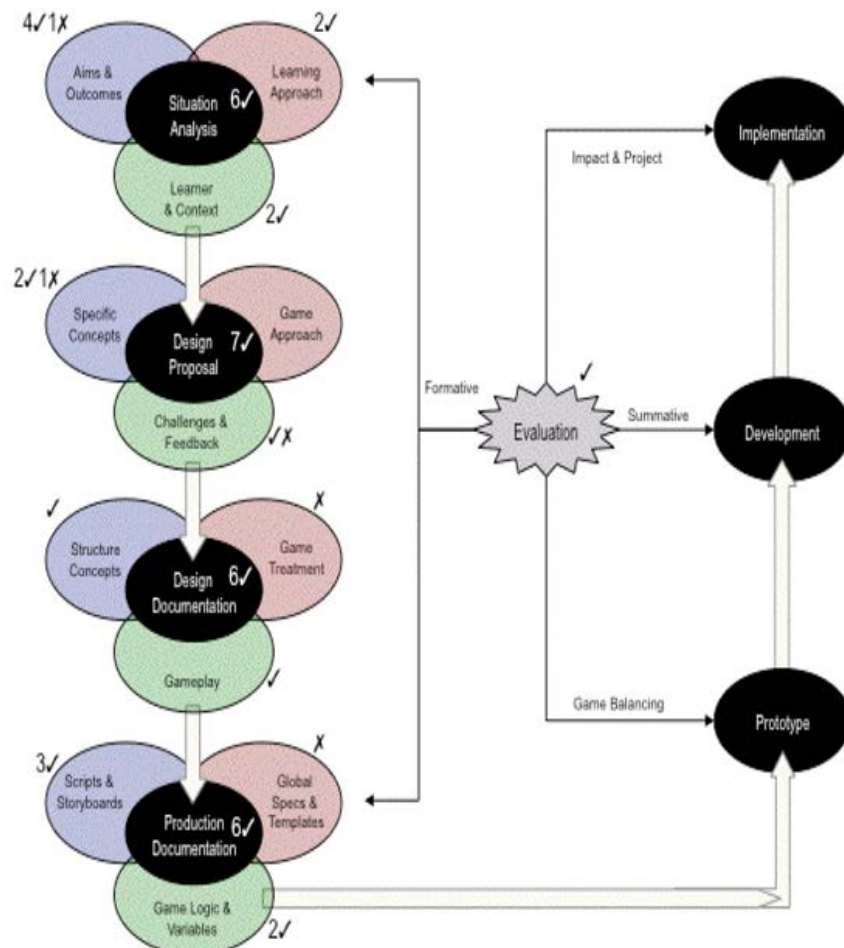


Figure 11 : Étapes de la méthodologie DODDLE avec les documents à fournir (McMahon 2009)

Pour valider leur modèle, les auteurs ont proposé à des élèves novices de l'utiliser pour la conception d'un LG. D'après leurs observations, les auteurs ont déduit que les élèves avaient apprécié le fait de pouvoir décrire le LG par palier, de plus en plus précis, et ils ont également trouvé que le vocabulaire proposé dans le modèle les aidait à communiquer entre eux. Cependant, aucune expérience n'a encore été faite pour montrer que la méthodologie DODDLE avait un effet positif sur l'optimisation du temps de production ni sur la qualité éducative et ludique du LG.

Ce qui nous paraît surtout intéressant dans cette méthodologie est le fait qu'elle donne une place très importante à la **spécification des objectifs pédagogiques**. En effet la méthodologie est conçue de telle façon à ce que les concepteurs construisent le LG par couche de spécifications successives de plus en plus précises qui se cristallisent autour de ces objectifs pédagogiques.

2.1.3.3 Méthodologie de conception de l'entreprise KTM Advance

KTM Advance³⁸ est une entreprise qui conçoit et développe des formations e-learning et des LG et qui emploie en 2012 environ 80 personnes (Boudier & Dambach, 2010). Parmi leurs LG, le jeu *Starbank*³⁹ pour les formations à la BNP Paribas a notamment été conçu en partenariat avec des chercheurs du laboratoire de recherche LIP6⁴⁰. C'est dans ce contexte, et en s'inspirant du cadre conceptuel de Yusoff (2010), qu'Ibanez *et al.* (2009) proposent une méthodologie pour concevoir des LG en 7 phases:

- **Création d'une base de connaissances du domaine** pour modéliser les éléments de connaissance à prendre en compte pour le LG et définir les objectifs pédagogiques.
- **Définition de la liste des connaissances** que le client veut intégrer au LG et leur ordre d'importance.
- **Liaison de la structuration pédagogique à la mise en scène ludique**. C'est à ce moment que les concepteurs doivent imaginer des mécanismes de jeu qu'ils vont utiliser pour chaque objectif pédagogique. Habituellement, les connaissances procédurales sont intégrées dans le *gameplay* (règles du jeu) et les

³⁸ <http://www.ktm-advance.com>

³⁹ http://www.ktm-advance.com/viewArticle_fr.php?id=59

⁴⁰ <http://www.lip6.fr>

connaissances factuelles dans l'histoire (dialogues, documents).

- **Création d'un modèle cognitif.** Les concepteurs doivent définir les objets et les interactions qui doivent intervenir dans le processus d'apprentissage.
- **Déduction des activités et des objets du jeu** qui représenteront une bonne métaphore du modèle cognitif (récompenses, objectifs ludiques, modalités d'interaction...).
- **Définition du type de jeu** qu'il faut utiliser pour le LG au vu des éléments définis dans l'étape 5. Les auteurs ne donnent pas plus de précisions sur les types de jeu.
- **Intégration des connaissances dans le jeu** en tenant compte des éléments précédents.

Cette méthodologie, comme la précédente, l'importance de la **définition initiale des objectifs pédagogiques**. Elle tient en effet une part très importante dans cette méthodologie puisque les auteurs veulent avant tout garantir que la conception du LG réponde bien aux objectifs initiaux. De plus, la méthodologie propose **une phase de liaison entre la structuration pédagogique à la mise en scène ludique** qui nous paraît fondamentale pour favoriser la conception d'activité ludique au service de l'apprentissage. Pour cette phase, les auteurs préconisent la mise en place d'une « métaphore intrinsèque » pour imaginer un environnement virtuel et une expérience ludique dans laquelle le contenu pédagogique peut être naturellement intégré (Fabricatore, 2000). Néanmoins, nous n'avons pas trouvé plus de détails sur cette phase de liaison. Il n'est pas précisé qui procède à cette liaison, ni les moyens de savoir que l'intégration est bien faite.

2.1.4 Synthèse sur les méthodologies globales de création collaborative

L'état de l'art sur les méthodologies globales de création collaborative que nous venons de présenter nous a, en premier lieu, permis de dresser une liste de caractéristiques qui nous semble primordiale à une bonne méthodologie pour les LG.

En effet, les méthodologies qui ont fait preuve d'efficacité comme MISA, DODDLE, celles utilisées aux Swedish TelePedagogic Knowledge *Centre* ou dans les entreprises de jeux vidéo proposent des **étapes clairement définies** pour aider les concepteurs à s'organiser dans leurs tâches. Leur idée n'est pas d'imposer une mé-

thodologie rigide que les concepteurs doivent suivre à la lettre, mais de proposer un guide avec des étapes et des documents types pour les assister dans leur travail. Ces mêmes méthodologies prônent également l'utilité d'avoir des **documents partagés, pré-remplis et avec un format standardisé** (gabarits) pour optimiser le temps de travail.

De plus, les méthodologies de création de LG montrent l'importance d'une phase initiale pendant laquelle les concepteurs **définissent les objectifs pédagogiques**. Certains, comme la méthodologie EMERGO et MISA proposent également des **phases de validation** pour vérifier que la formation répond bien aux objectifs initialement identifiés. Nous pensons cependant que cette étape de validation pourrait être faite en partie avant le développement de la formation. Les erreurs de conception pourraient ainsi être évitées afin de réduire le temps de conception.

Ces méthodologies identifient aussi partiellement les différents acteurs qui interviennent dans la conception. Ainsi, on retrouve l'intervention du *client*, des *enseignants* ou des *experts du domaine*. MISA introduit également les *formateurs*, les *élèves* ainsi que les *fournisseurs de contenus pédagogiques*. La plateforme du Swedish TelePedagogic Knowledge Centre introduit aussi la notion d'*expert cognitif*. À tous ces intervenants s'ajoutent encore les acteurs spécifiques aux jeux vidéo (*game designer*, *level designer* ...) qui interviennent dans la conception des aspects ludiques des LG. Il nous paraît important **d'identifier précisément les rôles** de chaque personne intervenant dans la création et de leur fournir des **outils adaptés à leurs compétences** comme c'est le cas pour la plateforme du Swedish TelePedagogic Knowledge Centre.

Enfin, comme le préconise l'entreprise KTM, il nous paraît primordial de planifier une **phase de liaison entre la structuration pédagogique à la mise en scène ludique** pour favoriser la conception de LG au service de l'apprentissage. Bien plus qu'une simple phase, nous pensons qu'elle doit être centrale à la conception et aider les acteurs avec des compétences en pédagogie et en *game design* à travailler ensemble.

Mais cet état de l'art, et surtout la dernière partie sur les méthodologies de création de LG, nous a également permis de montrer qu'aucune ne satisfait pleinement nos besoins. En effet, comme Paquette *et al.* (1997), nous pensons que les rôles des acteurs doivent

être clairement identifié ce qui n'a pas encore été fait pour la conception des LG. Nous pensons également qu'il est nécessaire de préciser clairement les interactions entre les acteurs lors de la phase délicate et centrale de liaison entre la structuration pédagogique à sa mise en scène ludique pour aider des acteurs à communiquer. Enfin, nous pensons également qu'il est possible d'augmenter l'efficacité de la production en planifiant des phases de pré-validation avant le développement pour vérifier le respect des objectifs initiaux.

Il existe donc toujours le besoin d'une **méthodologie de création de LG** qui répond à notre objectif A.

→ Objectif A : faciliter la collaboration entre les différents acteurs qui doivent intervenir durant la conception de LG.

Nous avons pu identifier les caractéristiques que nous aimerions y intégrer :

- des étapes clairement définies
- des documents types informatisés à remplir pour chaque étape
- des outils adaptés aux compétences de chaque acteur
- une phase initiale de spécification des objectifs pédagogiques
- l'identification des rôles de chaque intervenant
- une phase détaillée de liaison entre les éléments pédagogiques et ludiques
- des phases de pré-validation avant la réalisation

2.2 Modèles pour faciliter la scénarisation de Learning Games

Dans cette deuxième partie, nous allons nous intéresser aux recherches sur les modèles de scénario qui proposent des solutions répondant au deuxième objectif que nous avons identifié :

→ **Objectif B : faciliter la scénarisation de LG, c'est-à-dire aider l'équipe de concepteurs à imaginer des LG qui soient à la fois ludiques et attractifs tout en conservant le fort potentiel éducatif indispensable à la formation.**

Cet objectif est cependant trop complexe pour être étudié d'un bloc. Regardons les différents rouages qu'il implique :

Pour concevoir un « bon » LG dans notre contexte d'étude, nous pensons qu'il est nécessaire d'avoir l'intervention de concepteurs spécialisés dans les aspects éducatifs et d'autres, spécialisés dans les aspects ludiques (Kelly *et al.*, 2007). Les premiers doivent être capables de fournir un LG avec un fort potentiel éducatif répondant aux objectifs du client. Ils doivent donc être capables de **formaliser clairement le parcours d'activités** qu'ils préconisent et les éléments de connaissance qu'ils aimeraient y intégrer.

Les seconds doivent **imaginer une mise en scène ludique** et attractive pour motiver l'apprenant. Mais pour augmenter l'apport pédagogique du LG, cette mise en scène ludique doit être **au service de l'apprentissage** (Szilas & Sutter Widmer, 2009; Fabricatore, 2000). Pour obtenir une telle symbiose, les concepteurs de jeu doivent être capables de formaliser clairement leur scénario de jeu pour discuter de l'intégration des activités pédagogiques avec les experts éducatifs.

Dans un deuxième temps, les concepteurs doivent également être capables de **fournir de spécifications** pour communiquer de façon efficace et sans ambiguïté avec l'équipe de réalisation pour se mettre d'accord sur les interfaces et des interactions à développer. Ces spécifications sont d'autant plus importantes pour la conception de LG qui sont des applications interactives avec des interfaces homme-machine riches. Il est donc primordial de fournir des modèles et des outils pour spécifier ces éléments de façon efficace.

Pour mieux cerner les éléments nécessaires pour répondre à l'objectif B, nous l'avons donc décomposé en trois sous-objectifs :

- **Sous-objectif B1** : assister la structuration pédagogique

- **Sous-objectif B2** : assister la conception de scénario d'activités ludiques au service de la formation
- **Sous-objectif B3** : faciliter la rédaction de spécifications claires pour l'équipe de développement

Maintenant que nous avons défini trois sous-objectifs plus précis, nous allons chercher les modèles de scénarisation existants dans les domaines de l'e-learning, des jeux vidéo et des LG qui répondent à ces sous-objectifs et identifier les caractéristiques qui nous paraissent les plus importantes. Parmi le large éventail de modèle que nous avons étudié, nous avons choisi uniquement celles dont les qualités ont été prouvées par l'usage.

2.2.1 Sous-objectif B1 : Assister la conception de structuration pédagogique

Dans cette première partie, nous allons analyser quatre modèles de langage qui ont fait leurs preuves pour la conception de structuration pédagogique de formation e-learning.

2.2.1.1 Le langage de modélisation IMS-LD

Le langage de modélisation IMS-LD (*Instructional Management System -Learning Design*) est issu du IMS Global Learning Consortium Inc⁴¹. qui milite pour l'adoption de spécifications techniques garantissant l'interopérabilité entre les plateformes d'apprentissage en ligne (Koper & Tattersall, 2005).

⁴¹ <http://www.imsglobal.org>

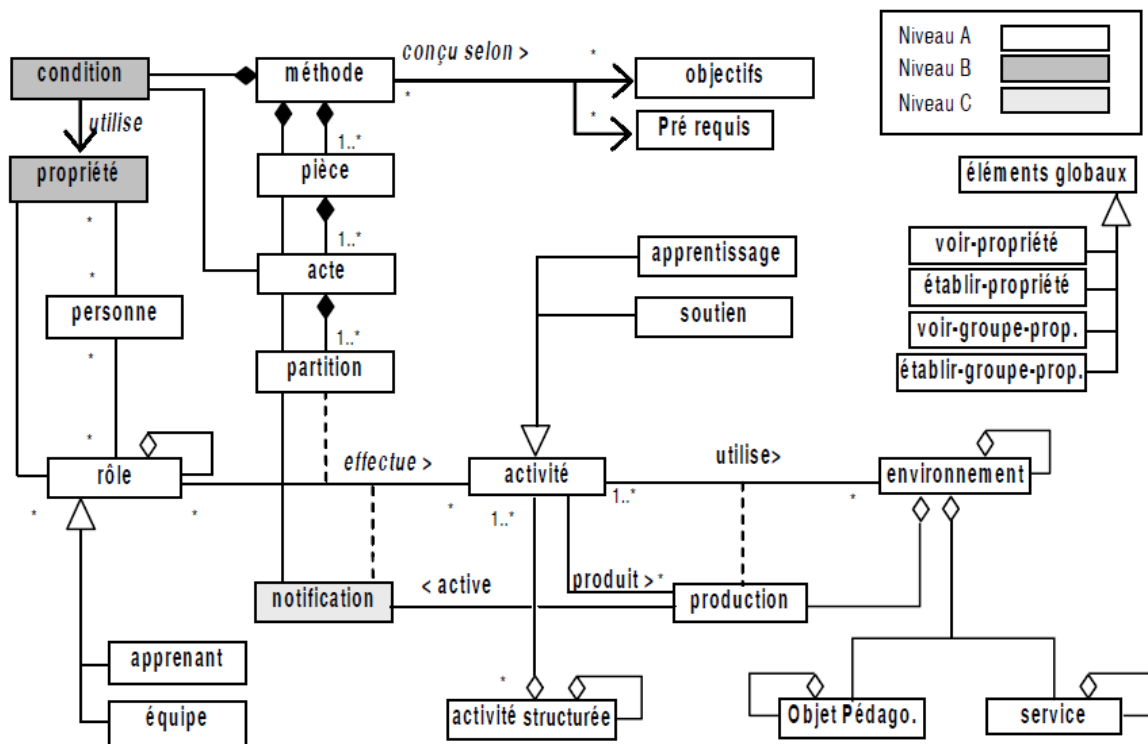


Figure 12 : Modèle conceptuel d'IMS-LD – version française (Lejeune, 2004)

Le modèle IMS-LD représente la structure globale du cours (appelé *Méthode*) avec une métaphore issue du théâtre (Figure 12). En effet, la *Méthode* est décomposée en une succession de *Pièces* qui sont elles-mêmes décomposées en *Actes*. Dans chaque *Acte*, les *Activités* (lire, écrire, évaluer, discuter, dessiner, aider...) sont distribuées à des *Roles* (enseignant, apprenant, équipe...). Ainsi, dans un même *Acte*, on peut spécifier que les élèves sont associés à l'activité « lire » pendant que l'enseignant est associé à l'activité « répondre aux questions ». Il est possible d'indiquer si ces activités sont faites en parallèle ou l'une après l'autre. Pour accomplir leurs *Activités*, les élèves peuvent utiliser des *Environnements* spécifiques (e.g un LMS) dans lesquels ils ont accès à des *Objets Pédagogiques* (textes, vidéos, examens...) et des *Services* (forum, chat...). IMS-LD représente également les *Objectifs* de la formation et les *Pré-requis* nécessaires aux élèves.

Tous ces éléments définis précédemment qui sont, selon les auteurs, largement suffisants pour modéliser la plupart des formations, se trouvent dans le *Niveau A* de la modélisation IMS-LD. Les auteurs proposent également un *Niveau B* qui permet d'adapter le dé-

roulement du cours en fonction du profil de l'apprenant. Un troisième *Niveau C* donne également la possibilité de mettre en place des actions spécifiques qui se déclenchent sur l'occurrence d'un événement particulier. Ce système permet par exemple de proposer l'*Activité* « révision » quand l'apprenant finit l'*Activité* « évaluation » avec un score inférieur à 20% ainsi que l'envoi simultanément d'un email à l'enseignant pour le prévenir.


La modélisation IMS-LD a l'avantage de fournir une description formelle des scénarios sous la forme de fichiers XML standardisés. Ces fichiers peuvent ensuite être partagés, échangés et exécutés automatiquement par des plateformes de formations en ligne. Cependant, même si IMS-LD est très utilisé dans le milieu de l'e-learning, il est souvent critiqué. La première critique concerne la complexité du modèle et de son vocabulaire. En effet, d'après Durand & Downes (2009) et Botturi & Stubbs (2008), les enseignants ont du mal à s'approprier les mécanismes d'IMS-LD. Même avec des outils de modélisation ergonomiques comme RELOAD⁴², la modélisation reste bien trop compliquée pour des non-spécialistes. Ces mêmes auteurs pensent également que la structuration des cours ne correspond pas au mode de représentation naturel des enseignants. En effet, ils se retrouvent contraints de décrire leur formation à un niveau de granularité très bas en modélisant toutes les *Activités* de façon précise alors qu'ils ressentent naturellement le besoin de structurer leurs idées avec des entités de plus haut niveau. Enfin, un certain nombre de critiques ont aussi été formulées sur la difficulté de modéliser les activités collaboratives avec IMS-LD (Leo *et al.*, 2005; Ferraris *et al.*, 2007).

À travers l'étude de IMS-LD, nous retenons notamment l'utilité d'avoir une **modélisation de scénario standardisé et échangeable** avec d'autres concepteurs. Ce modèle reste un format reconnu par de nombreux concepteurs de formation et peut donc être un bon moyen de partager des scénarios, mais il faut cependant l'améliorer pour répondre aux besoins de concepteurs vus précédemment.

⁴² www.reload.ac.uk/ldeditor.html

2.2.1.2 Outils de conception de scénario d'apprentissage LAMS

LAMS (*Learning Activity Management System*) est un environnement web de conception et d'exécution de scénario d'apprentissage (Dalziel, 2003).

L'environnement s'adresse aux enseignants et se veut ergonomique et facile à prendre en main. L'interface de conception se compose d'un grand espace vierge dans lequel les enseignants peuvent composer leurs formations en plaçant et connectant les activités présentes dans la barre d'outils de gauche (Figure 13). Ces activités sont représentées graphiquement par une image de l'outil utilisé pour cette activité (chat, wiki, éditeur de texte, système de vote...). Pour chaque activité, l'enseignant peut ajouter du texte et des documents qui seront ensuite mis à la disposition des apprenants. L'enseignant représente le déroulement du scénario en ajoutant des flèches et des points de passage  auxquels il peut ajouter une condition pour passer à l'activité suivante.

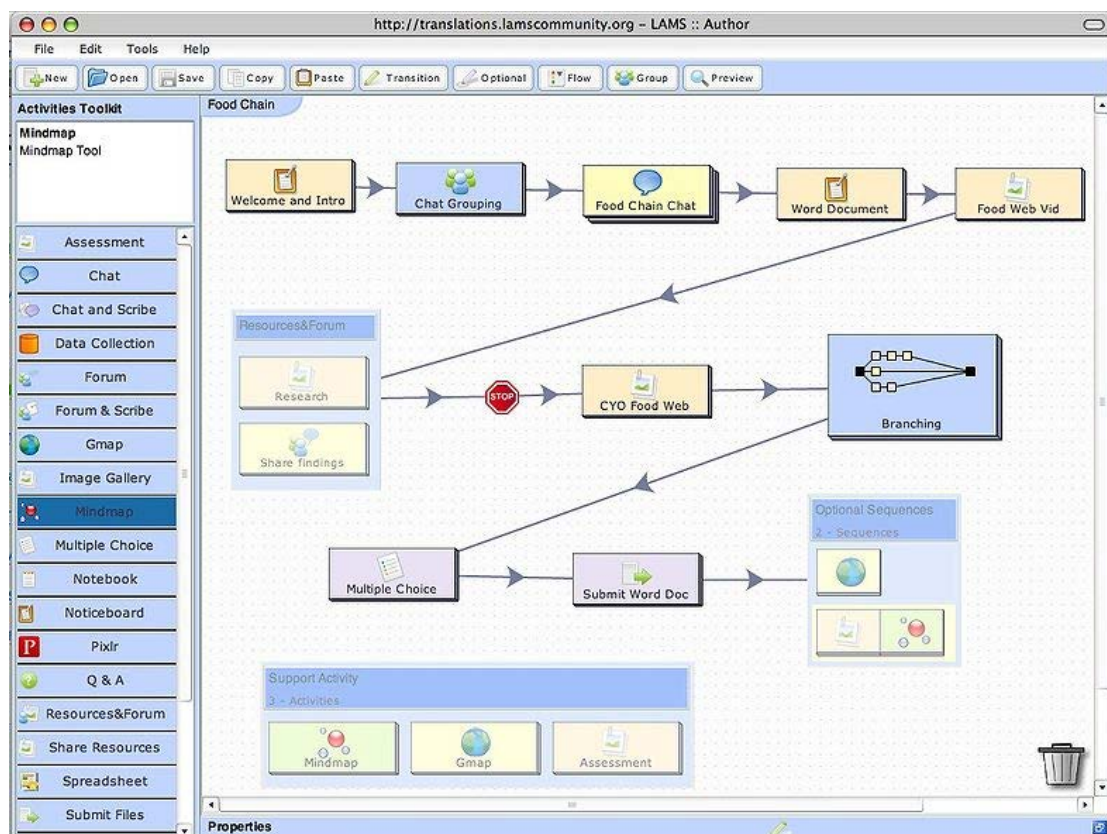


Figure 13 : Interface de LAMS (Dalziel, 2003)





LAMS est, pour le moment, un des éditeurs les plus simples et compréhensibles pour les enseignants. Son interface ergonomique et les interactions en glisser-déposer facilitent grandement la conception des formations (Britain & Liber, 2004). Cependant, nous pensons que les activités types proposées sont trop rigides et n'offrent pas beaucoup de place à l'innovation. Enfin, les scénarios conçus avec LAMS peuvent uniquement être exécutés dans LAMS et ne peuvent donc pas être utilisés sur d'autre plateforme.

À travers l'étude de LAMS, nous retenons notamment l'importance d'une **modélisation avec un outil simple et ergonomique** et avec des interactions en glisser-déposer qui aide les concepteurs de formation non-informaticiens à structurer leur formation.

2.2.1.3 Langage de modélisation MOT

MOT (Modélisation par Objets Typés) est un langage de description graphique mise en place par la TELUQ et le centre de recherche LICEF⁴³ pour assister l'aspect collaboratif de la conception de parcours d'apprentissage à distance (Paquette *et al.*, 2002).

MOT repose sur 4 classes d'objets typés :

- Les **Concepts**  qui peuvent être des objets, des documents, des catégories d'outils, des groupes de gens...
- Les **Procédures**  qui sont des opérations ou des tâches comme faire une expérience, passer un examen, assembler le moteur...
- Les **Principes**  qui peuvent être des règles, des théories, des propriétés, des relations de cause à effet, des acteurs...
- Les **Faits**  qui sont des faits constatés.

Ces objets peuvent être liés par 5 types de liens :

- Lien de **Composition** (noté C) qui va de l'élément parent vers l'élément enfant.
- Lien d'**Intrant/Produit** (noté I/P) qui permet d'identifier les éléments utilisés en entrée et les éléments produits en sortie.
- Lien de **Précédence** (noté P) qui modélise que deux procédures se suivent.

⁴³ <http://www.licef.ca>

- Lien de **Spécialisation** (noté S) qui correspond à la relation « une sorte de ».
- Lien de **Régit** (noté R) qui sont souvent associée aux principes et qui permet de dire qui contrôle quoi.

Dans la cadre de la méthodologie MISA vue dans la première partie de ce chapitre, MOT permet d'aider des enseignants à concevoir le modèle de connaissances du domaine sur lequel ils souhaitent former les apprenants. Dans un deuxième temps, MOT aide les enseignants à formuler le scénario pédagogique de la formation pour faire acquérir ces connaissances. La Figure 14 montre par exemple un scénario type de l'enseignement en ligne.

Les objets de MOT peuvent être eux-mêmes décomposés en un ensemble d'objets indéfiniment et donnent beaucoup de liberté aux concepteurs. Les logiciels MOT, MOT+ (Paquette, 2005) puis, la dernière version, G-MOT⁴⁴ proposent également des interfaces graphiques et intuitives pour aider les concepteurs à construire leurs formations.

⁴⁴ <http://poseidon.liceef.ca/gmot>

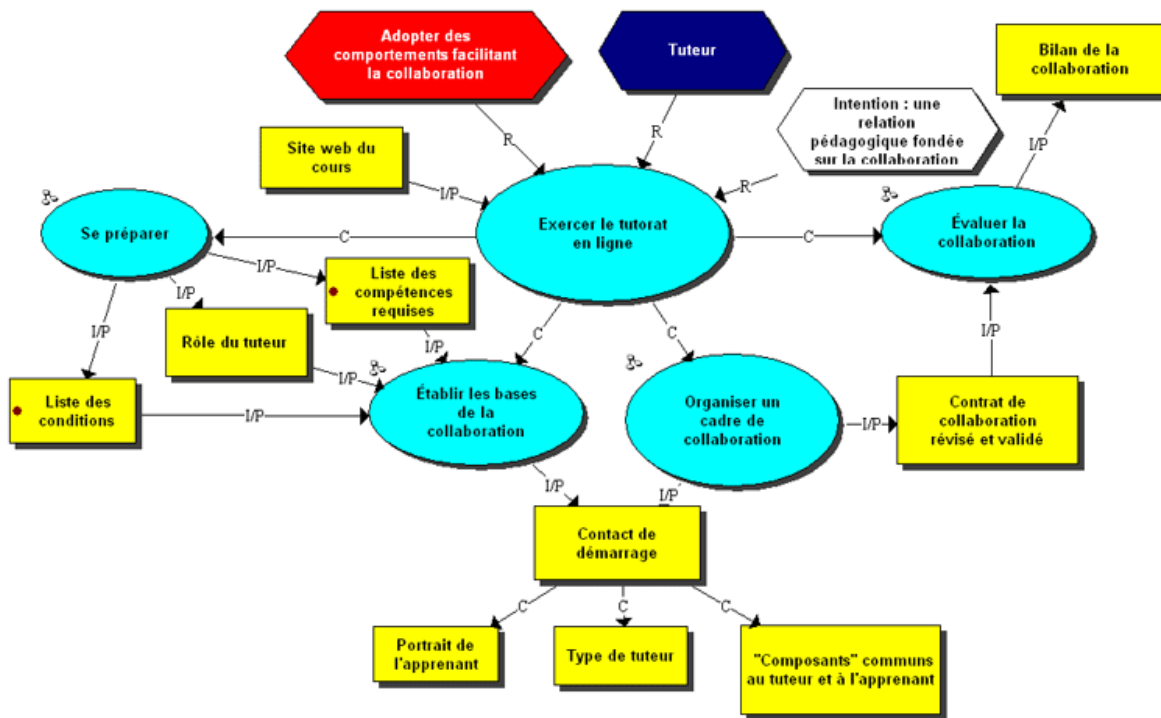


Figure 14 : Exemple d'un scénario pédagogique sur le tutorat en ligne (Hotte & Besançon, 2005)

L'analyse de MOT met en avant l'importance d'une **modélisation avec des grains variables** que nous trouvons primordiale pour aider les concepteurs à formaliser et structurer leur scénario de LG. Nous retenons également l'importance d'avoir un **outil auteur simple et ergonomique** pour faciliter le travail des concepteurs.

2.2.1.4 Langage de modélisation E2ML

E2ML (*Educational Environment Modeling Language*) est un langage de modélisation visuel pour aider les enseignants à structurer des parcours d'apprentissage pour l'enseignement supérieur (Botturi, 2003). Ces parcours servent ensuite de modèle et de base de travail pour d'autres enseignants. Il est donc très important qu'ils puissent comprendre et s'approprier les parcours pédagogiques. Dans cette optique, E2ML propose à l'enseignant de dresser, dans un premier temps, la liste des *Objectifs* pédagogiques (*Goal*) à intégrer dans la formation. Lors de la description du scénario de la formation, les enseignants doivent relier chacun des *Objectifs* listés à au moins une *Action* dans le scénario (Figure 15).

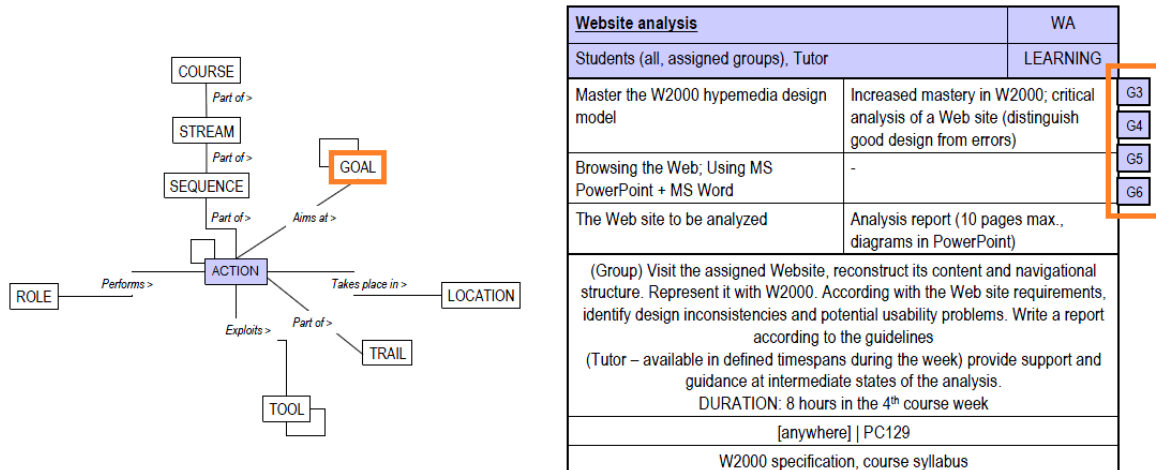


Figure 15 : Exemple d' Action qui compose le scénario lié aux Objectifs (G3, G4, G5 et G6) issue de (Botturi, 2003)

Ce qui nous intéresse le plus dans cette modélisation c'est le fait de pouvoir **modéliser des liens entre les objectifs pédagogiques et les activités du scénario**. En effet, comme les auteurs, nous pensons que l'identification de ces liens aide les enseignants à concevoir des formations qui intègrent tous les objectifs à acquérir sans en oublier et leur donne ainsi plus de chance de répondre aux objectifs initiaux. Comme l'ont montré les auteurs, cette modélisation aide également les concepteurs à communiquer sur les mécanismes de leur formation. Cette caractéristique nous paraît également primordiale dans le cadre de la conception collaborative des LG.

2.2.1.5 Modélisation de scénario de formation militaire IPI Create

IPI Create (*Information in Place, Inc.*) est un outil de conception de formation pour la NAVY américaine (Kirkley & Kirkley, 2005). Cet outil n'est pas spécifiquement conçu pour les LG, mais les auteurs pensent qu'il s'y prête très bien.

Chapitre 2. État de l'art des méthodologies, des méthodes et des outils pour la conception de Learning Games

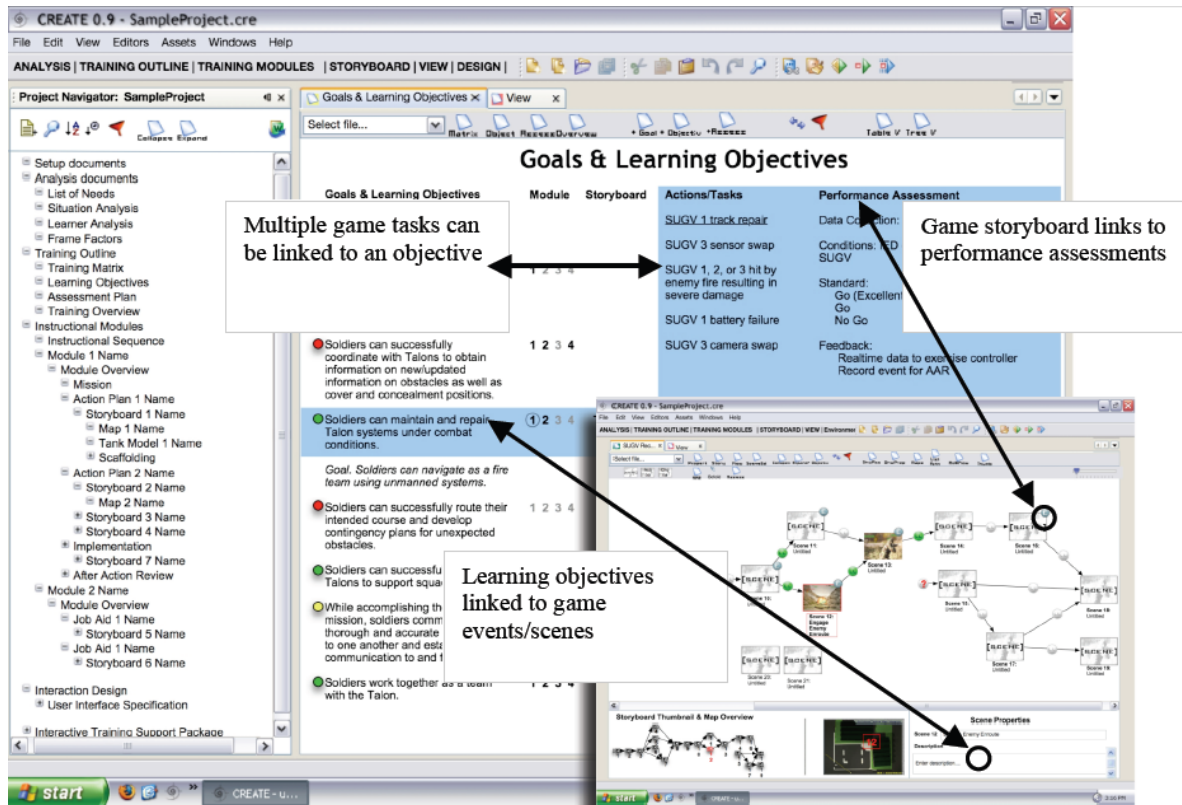


Figure 16 : Interface de conception de IPII Create avec la liaison des objectifs pédagogique aux événements et scènes du jeu (Kirkley & Kirkley, 2005).

Un de leurs objectifs principaux est d'aider les concepteurs à concevoir des activités ludiques au service de la formation. Pour répondre à cet objectif, IPII Create permet d'ajouter des liens entre les éléments pédagogiques et les événements et scènes du jeu (Figure 16). Les auteurs affirment qu'une telle représentation aide les auteurs à imaginer des jeux qui répondent bien aux objectifs pédagogiques. Mais les auteurs assurent aussi que cette modélisation aide à montrer les apports pédagogiques des LG et à justifier leur utilisation pour la formation. Nous n'avons pas pu obtenir d'informations plus précises sur la formalisation des objectifs et leur intégration au jeu, ni sur une validation de ce concept. Cependant, nous pensons comme les auteurs de IPII Create que la **modélisation des liens entre les éléments pédagogiques et les événements et scènes du jeu** est une bonne hypothèse à explorer.

2.2.1.6 Synthèse des modèles pour assister la conception de structuration pédagogique

L'étude des modèles décrits ci-dessus nous a permis de dresser la liste des caractéristiques qui nous semblent primordiales pour assister la conception de structuration pédagogique.

En effet, l'étude du langage de modélisation IMS-LD nous a d'abord montré l'utilité d'avoir une **modélisation standardisée et échangeable**. Cependant IMS-LD ne propose qu'une modélisation très fine et rigide des activités de la formation et n'est pas du tout prévu ni adapté pour faciliter la conception de celle-ci. En effet, les concepteurs ont besoin de structurer leurs formations librement et avec **des grains variables** pour structurer les concepts pédagogiques à partir d'objets possédant un certain niveau d'abstraction comme proposé dans MOT. Comme le montre l'outil LAMS et les outils d'éditions de MOT, il est également indispensable de fournir des **outils simples et ergonomiques** pour aider le concepteur à manipuler le modèle et structurer sa formation. De plus, comme c'est le cas dans le modèle E2ML et IPI, nous pensons qu'il est primordial de **modéliser le lien entre les objectifs pédagogiques et les activités du scénario** pour aider les concepteurs à concevoir des formations qui répondent aux objectifs du client, mais aussi à communiquer sur la mécanique de leur formation.

L'état de l'art précédent nous a permis d'identifier les caractéristiques qui nous paraissent essentielles pour répondre au sous-objectif B1.

→ **Sous-objectif B1 : assister la conception de structuration pédagogique**

- modélisation standardisée et échangeable
- modélisation avec un outil simple et ergonomique
- modélisation du scénario avec grains variables
- modélisation du lien entre les objectifs pédagogiques et les activités du scénario

2.2.2 Sous-objectif B2 : faciliter la rédaction de spécifications claires pour l'équipe de développement

Dans cette partie, nous allons tout d'abord analyser les techniques utilisées pour assister à la conception de scénario d'activités ludiques. Nous allons notamment analyser les techniques utilisées dans les entreprises de jeux vidéo et les techniques de formation des futurs *game designers*. Ensuite nous montrerons les pistes de recherche dans le domaine des LG pour aider les concepteurs à imaginer un jeu qui soit réellement au service de la formation.

2.2.2.1 *Techniques utilisées par les game designers en entreprise et formation initiale des game designers*

L'étude de Djaouti (2011) offre une vision globale argumentée des livres et des articles écrits par des *game designers* professionnellement reconnus. Dans cette partie, nous ne réécrivons donc pas tout le contenu de ces livres et articles, mais nous les présentons leurs principes en les classant dans trois catégories :

- Les **bonnes recettes** générales pour faire un bon jeu. Dans leur livre, (Adams & Rollings, 2006) donnent par exemple une liste « d'ingrédients » pour concevoir un bon jeu.
- Les **guides de bonnes pratiques** qui donnent des indications sur les questions qu'un bon *game designer* doit se poser. Dans son livre, (Schell, 2008) liste par exemple une centaine d'angles de vue (*lenses*) sous lesquels un bon *game designer* doit regarder son jeu pour se poser les bonnes questions.
- Les recueils de ***design pattern*** qui sont une forme de guide de bonne pratique, mais présenté sous forme la forme d'un recueil de fiches de bonnes idées qui ont fait leurs preuves sur des jeux connus (Meszaros & Doble, 1997; Björk & Holopainen, 2004). Les *design patterns* sont aussi décrits avec un format et un vocabulaire standardisé afin de servir de langage de référence et ainsi faciliter la collaboration entre les membres d'un projet. Quelques chercheurs en LG ont d'ailleurs repris des *design patterns* pour les adapter aux objectifs spécifiques des LG (Kiili, 2005; Kelle *et al.*, 2011; Marne *et al.*, 2012).

Voyant la diversité des techniques proposées par les *game designers* en entreprise, nous avons voulu nous renseigner sur leurs techniques de formation initiale. Dans ce cadre, nous avons eu la chance de discuter avec les élèves en troisième et dernière année de l'école de *Game Design* SupInfoGame⁴⁵. Cette école est l'une des premières écoles, avec l'Enjmin⁴⁶, de ce genre à apparaître en France dans les années 2000. En première année, les futurs *game designers* reçoivent des cours théoriques sur les différents types de jeu et les *design patterns*. Ces informations théoriques sont stockées dans un document qui leur sert de référence et d'encyclopédie tout au long de leur étude et plus tard dans leur travail. Le reste des cours est surtout basé sur des projets pour que les *game designers* acquièrent de l'expérience et se forgent leurs propres techniques de travail. Les élèves travaillent sur des projets longs (6 mois), mais aussi des projets d'une semaine avec des contraintes de temps fortes pour simuler les conditions stressantes de leur futur travail.

Pour résumer, le *game designer* peut s'appuyer sur des documents de références, mais doit apprendre à cultiver ses propres méthodes de réflexion pour stimuler son imagination. En d'autres termes, ils utilisent des **techniques de stimulation créative forgée sur leur propre expérience**. De plus, pour des raisons de productivité, les *game designers* utilisent souvent une **modélisation standard pour formaliser leurs scénarios et communiquer** dessus, comme nous l'avons vu dans la première partie pour *Étrange Libellule*. Cette modélisation nous paraît d'autant plus indispensable dans notre contexte de scénarisation de LG étant donnée l'importance de la communication entre le *game designer* et l'expert pédagogique. Cependant, il est intéressant de noter que certaines petites entreprises de jeux vidéo, comme WizzardBox⁴⁷, vont vers la tendance inverse. Lors d'une entrevue avec le chef de cette entreprise, nous avons découvert qu'ils avaient en effet délibérément décidé de ne pas travailler avec des documents types ni modèle pour ne pas brider la créativité de leurs *game designers*. Les *game designers* sont même incités à spécifier

45 www.supinfolgame.fr

46 www.enjmin.fr

47 <http://games.wizarbox.com>

tous les éléments du jeu dans des documents aux formats libres et en changeant d'outils régulièrement (PowerPoint, Visio, Prezi⁴⁸ ...).

Maintenant que nous avons discuté des techniques utilisées pour assister la conception de jeu vidéo, nous allons présenter deux pistes de recherche dans le domaine des LG pour voir comment aider les concepteurs à imaginer un jeu qui soit réellement au service de la formation.

2.2.2.2 Plateforme IBIS : conception de jeux en réalité virtuelle pour la formation

Nous nous intéressons maintenant à IBIS (*Intuitive Builder for Intelligent Systems*) qui est une plateforme de conception de jeux en réalité virtuelle pour la formation (Blanchard & Frasson, 2006). L'environnement apprenant est similaire à Second life⁴⁹ et les élèves s'y promènent et discutent avec des personnages non joueurs (Figure 17, à gauche) pour acquérir des connaissances.

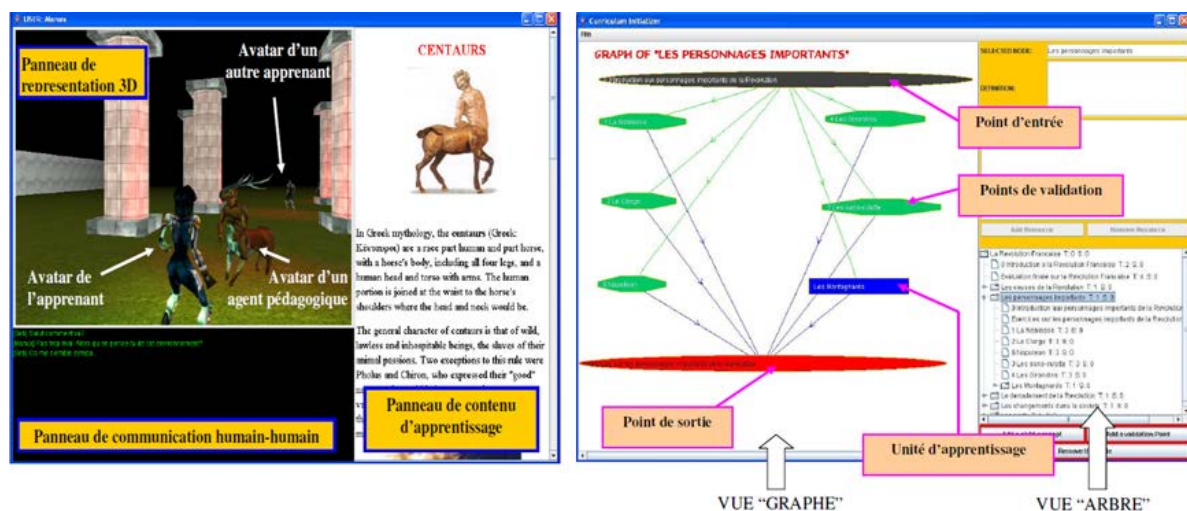


Figure 17 : A gauche, l'interface de l'apprenant et à droite, l'interface de conception de formation dans IBIS (Blanchard, 2007)

IBIS propose un éditeur de curriculum sous forme de graphe visuel sur lequel les enseignants peuvent structurer les concepts pédagogiques (Figure 17, à droite). Un curriculum se compose d'un *point d'entrée*, d'un *point de sortie* et entre les deux, d'une ou plu-

⁴⁸ <http://prezi.com>

⁴⁹ <http://secondlife.com>

sieurs séquences de *points de validation* et d'*unités d'apprentissages*. Les *unités d'apprentissages* sont elles-mêmes décomposées en un *point d'entrée*, de *sortie* et de *validation*. L'enseignant peut attacher des ressources sous forme de texte et d'images sur chaque feuille du graphe.

Ce qui nous intéresse le plus dans ce modèle, c'est le fait que les éléments du curriculum, et notamment, les textes et les images peuvent être associés aux personnages non-joueur dans le jeu. En effet, comme les auteurs, nous pensons que le fait de **relier les éléments pédagogiques au jeu** est un bon moyen pour aider les concepteurs à imaginer un jeu qui soient au service de la formation. Grâce à ce système, les concepteurs peuvent notamment vérifier que tous les éléments pédagogiques ont été associés à des personnages du jeu.

2.2.2.3 Synthèse des modèles qui assistent la conception de scénario d'activités ludiques au service de la formation

L'analyse des techniques utilisées par les *game designers* montre qu'ils se forgent **leur propre technique de créativité basée sur l'expérience**. Les **modèles de représentation** qu'ils utilisent pour formaliser le scénario du jeu doivent les aider à communiquer avec les autres membres de l'équipe sans pour autant brider leur créativité. De plus, comme c'est le cas dans IBIS, nous pensons que la **modélisation du lien entre les éléments pédagogiques et les éléments du jeu** est essentielle pour aider les concepteurs à imaginer un jeu qui soient réellement au service de la formation.

L'état de l'art précédent nous a permis d'identifier les caractéristiques qui nous paraissent essentielles pour répondre au sous-objectif B2.

→ **Sous-objectif B2 : assister la conception de scénario d'activités ludiques au service de la formation**

- modélisation du scénario de jeu pour communiquer
- technique de stimulation créative forgée sur l'expérience
- modélisation des liens entre les éléments pédagogiques et le jeu

2.2.3 Sous-objectif B3 : faciliter la rédaction de spécifications claires pour l'équipe de développement

Dans cette partie, nous nous intéressons aux modèles et outils pour aider des concepteurs à définir des spécifications claires et concises des interfaces et des interactions du LG. Dans un premier temps, nous regarderons les modèles formels qui permettent de décrire les interactions. Dans un deuxième temps, nous présenterons un outil de maquettage pour les interfaces de LG.

2.2.3.1 Modélisation des interactions

Il existe de nombreux langages de modélisation pour formaliser les interactions entre des acteurs humains et/ou informatisés comme les modèles CTT (Paterno, 1999), e-CoMM (Jourde, 2011), K-MADe (Baron *et al.*, 2006). Afin de donner un exemple des caractéristiques de ces modèles, nous allons présenter le modèle CTT qui a servi pour modéliser des LG.

Le modèle formel CTT (*Curent Task Tree*) a été conçu initialement pour modéliser les interfaces des hypermédias (Paterno, 1999). Cette modélisation a pour but d'aider les concepteurs à concevoir leurs interfaces et de fournir des indications claires aux développeurs. CTT permet de représenter un ensemble de tâches qui peuvent être de 4 types différents :

- **Action Homme** 🧑 : tâche accomplie par l'utilisateur sans interagir avec la machine (lecture d'un texte, visualisation d'une vidéo...).
- **Action Machine** 🖨️ : tâche accomplie par la machine sans intervention humaine (affichage d'un message d'erreur...).
- **Interaction homme-machine** 🖱️ : action effectuée par l'utilisateur sur la machine (modifier un texte, cliquer sur un bouton...).
- **Action abstraite** 🌀 : toute action qui ne rentre pas dans les trois catégories précédentes.

Design layout representation and HCI scenario of activities' screens :

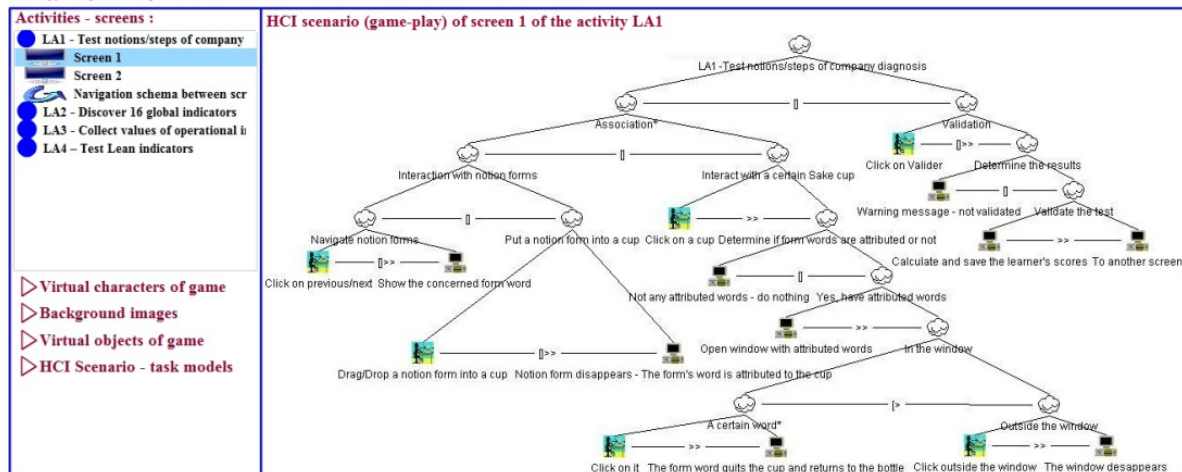


Figure 18 : modélisation d'un écran de LG avec le modèle CTT (Tran *et al.*, 2010)

Les tâches sont structurées de façon hiérarchique dans des arbres et sont reliées avec des relations temporelles. La diversité des relations entre des tâches est l'une des forces du modèle CTT car elles représentent toutes les relations possibles entre deux tâches : l'une avant l'autre, l'une pendant l'autre, l'une exactement pendant l'exécution de l'autre, l'une ou l'autre, l'une interdit l'autre, l'une répétée jusqu'à ce que l'autre commence...

Le modèle CTT a été utilisé par Cabas Vidani & Chittaro (2009) pour modéliser leurs minis LG qui se composent d'un seul écran. Nous avons également eu l'occasion de participer à un projet visant la description d'écrans de LG avec CTT (Tran *et al.*, 2010) en vue d'automatiser une partie de la génération du code (Figure 18).

Dans notre contexte de scénarisation de LG, il nous paraît nécessaire d'utiliser un modèle similaire à CTT pour **décrire clairement et précisément les interactions des écrans** du LG. En effet, couplées à des maquettes de l'interface, nous pensons que ces descriptions donnent toutes les spécifications nécessaires à l'équipe de développement.

2.2.3.2 Outil de maquettage des interfaces

Pour donner un exemple d'outil de maquettage d'interface nous allons présenter U-Create (*Creative Authoring Tools for Edutainment*), un outil de conception pour les LG sur applications mobiles (Sauer *et al.*, 2006). Dans leur article, les auteurs précisent qu'ils souhaitent avant tout aider les non-informaticiens à fournir des maquettes et des

spécifications claires à l'équipe de réalisation et ainsi réduire le temps de développement de 50%. U-Create propose 3 interfaces qui représentent des vues différentes du LG :

- La **vue scène** sur laquelle le concepteur peut faire une maquette des scènes du LG en glissant et déposant des images et du texte (Figure 19).
- La **vue histoire** sur laquelle l'utilisateur peut indiquer l'enchaînement des scènes sur l'axe du temps.
- La **vue scénario** représente les différentes scènes et les liens qu'elles peuvent avoir entre elles.

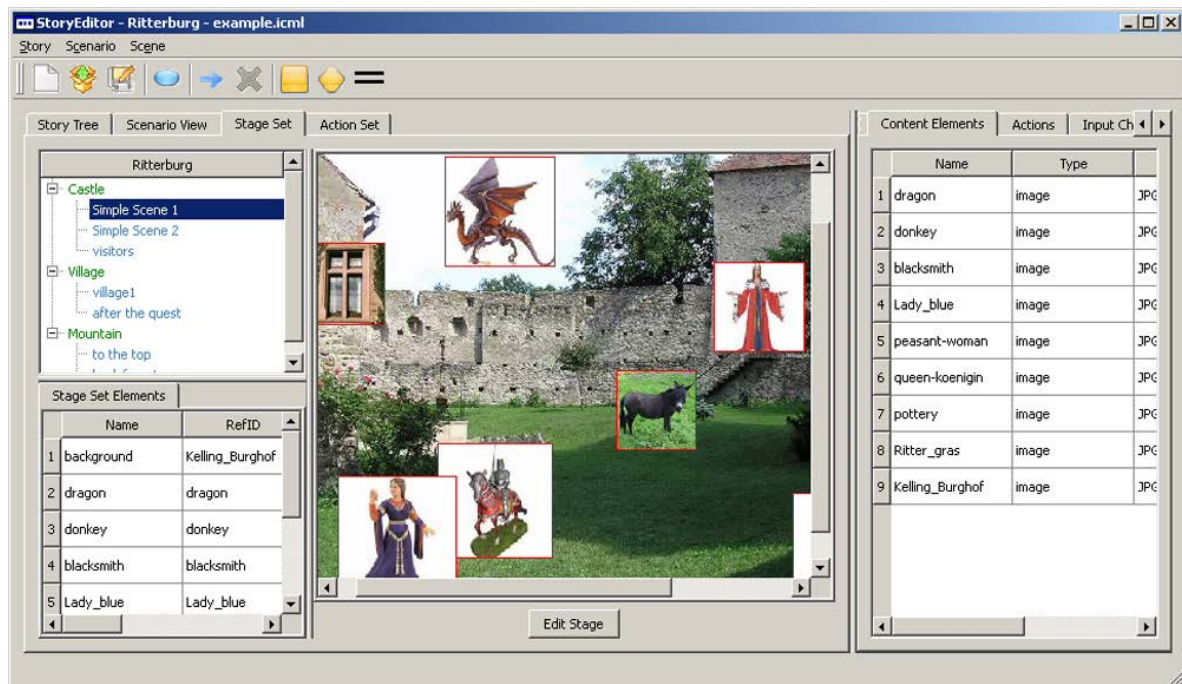


Figure 19 : Vue scène de U-Create (Sauer *et al.*, 2006)

Comme les auteurs, nous pensons qu'il est nécessaire de fournir des outils facilement utilisables pour aider les enseignants à imaginer des **maquettes des écrans** et de préciser l'ordre dans lequel elles s'enchaînent. Il est également utile de leur proposer de **décrire les personnages** présents dans le jeu avec une image et de pouvoir les **associer aux écrans**.

2.2.3.3 *Synthèse des modèles qui facilitent la rédaction de spécifications claires pour l'équipe de développement*

Dans cette partie, nous avons présenté deux types d'outils très différents qui nous semblent complémentaires. En effet, les premiers servent à **détailler les interactions** des écrans du jeu alors que les autres aident les concepteurs à fournir des **maquettes des interfaces**, à **décrire les personnages**, mais aussi à **associer aux écrans**.

L'état de l'art précédent nous a permis d'identifier les caractéristiques qui nous paraissent essentielles pour répondre au sous-objectif B3.

→ **Sous-objectif B3 : faciliter la rédaction de spécifications claires pour l'équipe de développement.**

- modélisation des interactions des écrans
- maquettage des écrans
- description des personnages du jeu
- association des personnages aux écrans

2.3 Étude des outils auteurs de Learning Games

2.3.1 Rappel des objectifs

Dans la première partie de ce chapitre, nous avons dressé un état de l'art des **méthodologies globales de création** de qui nous on semblé répondre au mieux à notre **objectif A : faciliter la collaboration entre les différents acteurs qui doivent intervenir durant la conception de LG**. Aucune des méthodologies ne convenait parfaitement à nos besoins, mais cet état de l'art nous a permis de dresser la liste des caractéristiques qui nous paraissent primordiales pour y répondre.

Dans la deuxième partie de ce chapitre, nous avons fait un état de l'art des **modèles de scénario** qui nous ont semblé répondre au mieux à notre **objectif B : faciliter la scénarisation de LG** que nous avons décomposé en trois sous-objectifs afin de bien analyser toutes ces facettes. Ce deuxième état de l'art nous a permis de dresser

la liste des caractéristiques qui nous paraissent primordiales répondre à notre besoin B de scénarisation des LG.

Dans cette dernière partie de chapitre, nous allons maintenant analyser une sélection de quatre outils auteurs de LG que nous avons choisis pour leur proximité avec notre contexte d'étude. Pour chacun de ces outils, nous déterminerons s'il comporte les caractéristiques primordiales que nous avons identifiées auparavant. En fonction de cette analyse, nous dresserons un tableau qui positionne chaque outil par rapport à nos objectifs, en signalant s'il y répond pleinement ✓, en partie ~ ou pas du tout ✗.

2.3.2 L'outil auteur SceneLRPG

Dans sa thèse au sein de l'entreprise d'e-learning Symetrix⁵⁰, Mariais (2012) propose un outil de conception pour les LG de type jeu de rôle qui sont utilisés en présentiel dans le cadre de formations professionnelles.

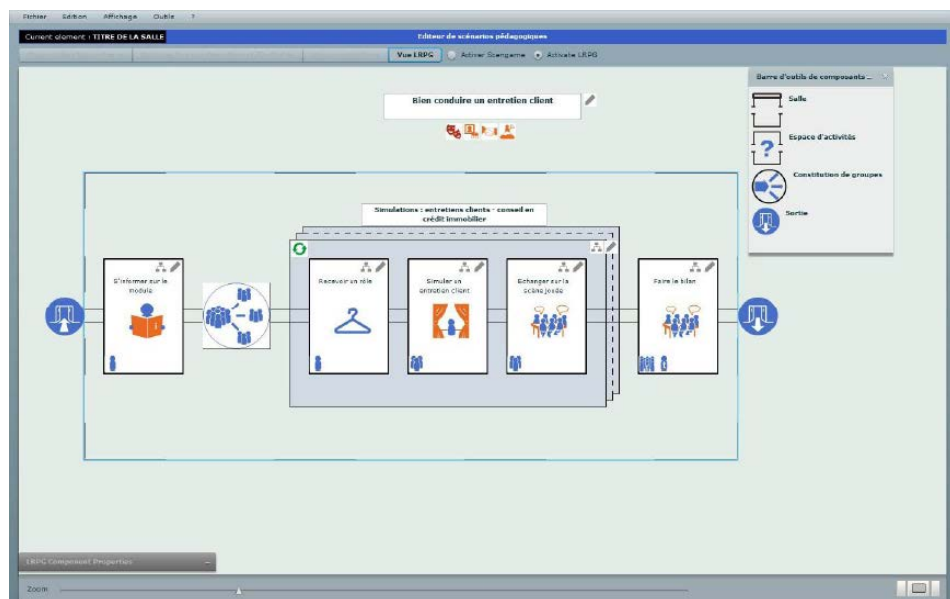


Figure 20 : Interface de modélisation du scénario pédagogique dans SceneLRPG (Mariais, 2010)

SceneLRPG propose un outil de modélisation de scénarios à l'aide de cartes et de jetons (Figure 20). L'idée initiale est de fournir un formalisme permettant aux concepteurs de décrire de manière

⁵⁰ www.elearning-symetrix.fr

structurée leur propre réflexion, mais aussi de faciliter les échanges avec les autres membres du projet et en particulier les clients. Les cartes qui représentent les activités du scénario peuvent être de plusieurs types : débattre, débriefer, exposer, jouer une scène, recevoir un rôle, voter.... Les jetons représentent les ressorts de jeu intégrables au scénario (être en compétition, jouer un rôle, agir collectivement et être reconnu). La modélisation permet également de spécifier l'organisation des acteurs (individuelle, en groupe, tutorée, ...).

Objectif A : collaboration entre acteurs	Objectif B : scénarisation des LG		
	B1 : structuration pédagogique	B2 : lien ludique- pédagogique	B3 : spécification développement
~ Méthodologie de conception peu précise (sans détail des acteurs dans l'équipe)	~ Cartes types d'activités ✗ Pas de modélisation des objectifs pédagogiques	~ Jetons représentant les ressorts de jeu pouvant être ajouté au scénario	✗ Aucune spécification détaillée

Tableau 1 : satisfaction de nos objectifs par SceneLRPG

Pour résumer, SceneLRPG est un outil prévu pour aider une équipe de conception intégrant des formateurs et le client à concevoir le scénario d'un LG. Comme nous l'avons synthétisé dans le Tableau 1, SceneLRPG propose une méthodologie, mais ne détaille pas les interventions de chaque acteur de l'équipe de conception. De plus, SceneLRPG propose de modéliser le scénario avec des activités types spécifiques aux formations dispensées par l'entreprise SYMETRIX et nous pensons que cette restriction ne laisse pas beaucoup de place à la créativité. SceneLRPG ne permet pas non plus de modéliser les objectifs pédagogiques dans le scénario ce qui nous semble pourtant très utile pour communiquer avec le client. Pour inciter les concepteurs à insérer des éléments ludiques dans leur formation, les auteurs leur proposent des jetons représentant les ressorts de jeu qu'ils peuvent poser sur le scénario. La part du ludique n'est donc pas obligatoire et vient seulement en complément de la structuration pédagogique. Enfin, l'outil ne permet pas la spécification des détails des écrans ni l'exécution automatique du scénario.

2.3.3 La plateforme <E-Adventure>

L'équipe de recherche à l'université Computense de Madrid nous paraît être l'une des plus avancées en terme d'outil d'aide à la conception de LG. Dans (Moreno-Ger *et al.*, 2007) et (Moreno-Ger *et al.*, 2008), les auteurs proposent la plateforme <E-adventure> qui regroupe différents outils graphiques d'éditions de LG à l'usage des enseignants (Figure 21). Une fois que l'enseignant a fini de concevoir son jeu, la plateforme génère un fichier au format XML <*e-Game*> langage. Avec un peu de programmation spécifique et l'intégration des images fournies par les graphistes, le jeu peut être exécuté en ligne par le moteur <*e-Game*> engine.

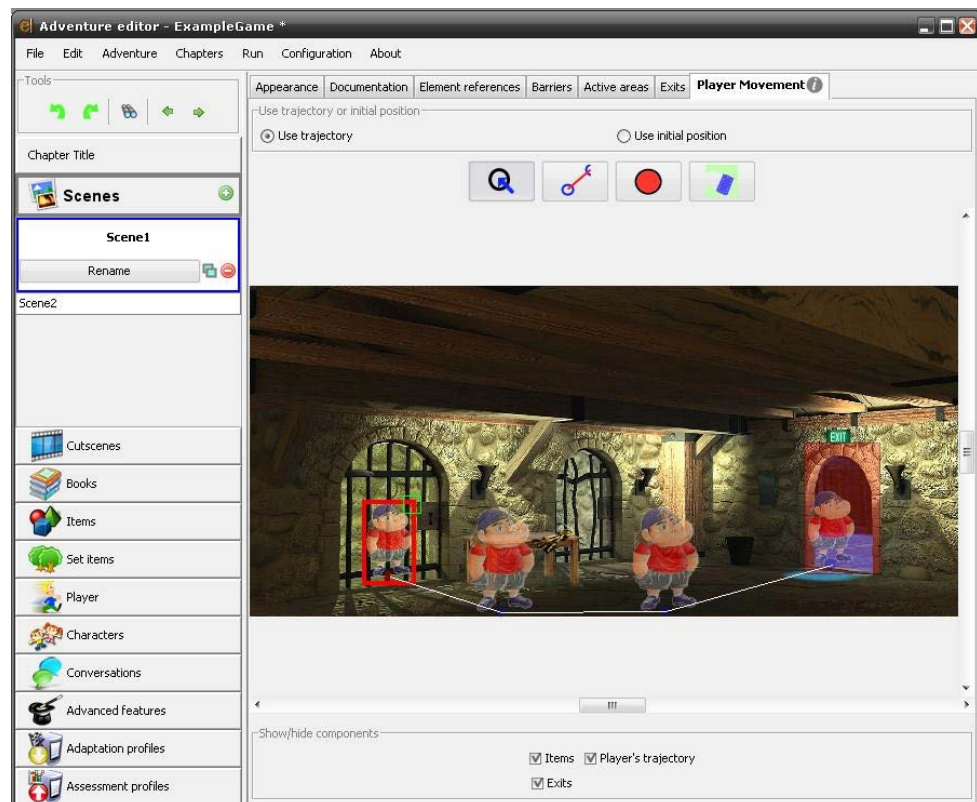


Figure 21 : Interface de la plateforme <E-adventure> ⁵¹

Dans Torrente *et al.* (2009), l'équipe de Madrid propose également un système pour intégrer leur mini jeu à des plateformes de formations en ligne en les empaquetant dans au format LOM (LOM,

⁵¹ <http://e-adventure.e-ucm.es>

2002). Certains de leurs LG peuvent aussi être paramétrés par les enseignants en cours d'exécution à travers l'interface du LMS.

La plateforme <E-adventure> ne convient cependant pas totalement aux objectifs des enseignants qui ont encore du mal à formaliser leurs idées de scénario. Pour palier ce problème, Marchiori *et al.* (2012) présentent le nouvel outil WEEV (*Writing Environment for Educational Video games*) pour aider les enseignants dans la phase de conception en amont, avant l'utilisation de <E-adventure>. L'outil propose un éditeur visuel qui permet de décrire :

- **Les acteurs** : personnages de l'histoire et les objets.
- **Le monde** : plan des lieux du monde (chambre, forêt, grotte du dragon...) avec les liens entre eux (porte, tunnel...).
- **L'histoire** : déroulement de l'histoire avec le détail des interactions entre les personnages et les objets dans les lieux du monde (Figure 22).

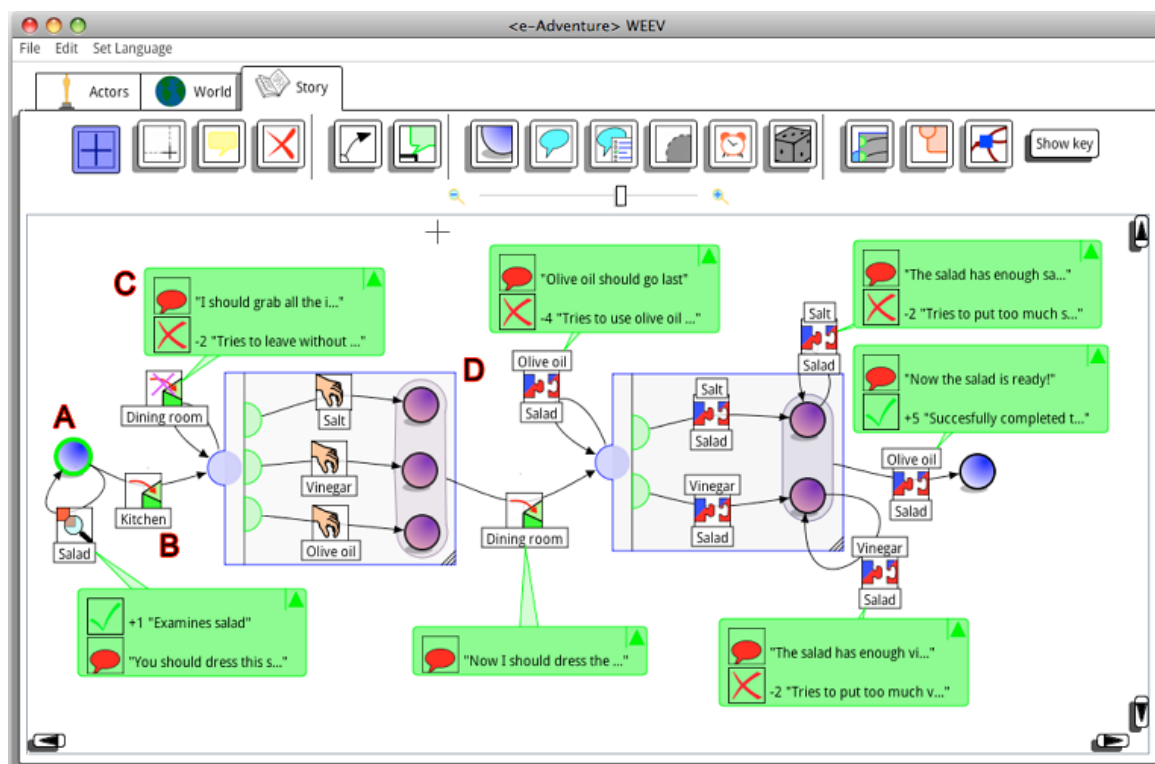


Figure 22 : Exemples de scénario de l'histoire conçu avec WEEV (Marchiori *et al.*, 2012)

Les auteurs indiquent, sans donner plus de détails, que les scénarios produits avec WEEV peuvent être exportés sous forme de

maquettes et exécutés par un navigateur web. Les scénarios peuvent aussi être importés dans <E-adventure>.

Objectif A : collaboration entre acteurs	Objectif B : scénarisation des LG		
	B1 : structuration pédagogique	B2 : lien ludique- pédagogique	B3 : spécification développement
~ Méthodologie de conception peu précise (prévue pour un enseignant seul).	~ Représentation visuelle complexe, mais maquette du LG exécutable.	✗ Pas d'aide à la conception de jeu.	~ Spécifications pas assez détaillées.

Tableau 2 : satisfaction de nos objectifs par <E-adventure> et WEEV

Pour résumer, la combinaison des outils <E-adventure> et WEEV sont prévues pour aider un enseignant seul à concevoir un LG exécutable avec le moins d'intervention possible d'un graphiste et d'un développeur. Comme nous l'avons synthétisé dans le Tableau 2, les auteurs ne proposent pas de méthodologie détaillée. La fonctionnalité qui permet de dérouler les maquettes du jeu en ligne est très utile pour aider des enseignants à se rendre compte du résultat final. Cependant, comme illustrée sur Figure 22 la représentation visuelle d'un scénario qui ne contient que deux écrans est déjà très complexe. On peut donc émettre des doutes quant à la facilité de concevoir des LG avec plus d'une dizaine d'écrans. De plus, nous ne voyons pas d'outils permettant d'aider l'enseignant, pourtant novice en *game design*, à imaginer des scénarios de jeu divertissants et réellement motivants. Enfin, les auteurs ont noté quelques problèmes de collaboration entre les enseignants et l'équipe de réalisation et souhaitent mettre en place une structure pour assister celle-ci.

2.3.4 L'environnement de conception Storytec

L'environnement Storytec trouve ses racines dans le projet européen INSCAPE, impliquant des partenaires publics et privés spécialistes en *e-learning*, *game design* et *story-telling* et venant de neuf pays européens. Le projet de 4 ans a donné naissance à un outil auteur pour la conception, la production et l'exécution d'histoire multimédia interactive aussi appelé INSCAPE (Dade-Robertson, 2007). Cet outil auteur donne la possibilité de modéliser le scénario sous la forme d'un graphe d'écran et propose un outil de maquettage pour spécifier les éléments et les dialogues de chaque écran. Les auteurs souhaitaient

également proposer des patterns d'histoires types. Pour le moment, INSCAPE auteur propose une coquille du *hero's journey* (Campbell, 2003).

Dans Göbel *et al.* (2009), les chercheurs de Darmstadt en Allemagne qui étaient membres du projet INSCAPE proposent d'adapter l'outil à la conception de LG. L'outil est donc mis entre les mains d'enseignants qui souhaitent développer des LG sous forme d'histoire interactive pour leurs étudiants. Pour les aider à intégrer des éléments pédagogiques dans le scénario, les auteurs développent le concept de *Story-Learning-Gameplay Components* (Figure 23). Il s'agit de composants qui ont des caractéristiques liées à l'histoire (fonction dans le déroulement de l'histoire), des caractéristiques liées à l'apprentissage (prise de connaissance du problème, réflexion, révision, évaluation, entraînement) et des caractéristiques liées au *Gameplay* (description de l'interface et des actions que l'apprenant doit faire). Ces composants peuvent ensuite être intégrés au scénario du LG. Les auteurs ne proposent cependant pas de les réutiliser ni de les rendre génériques.

Game Chapter	Learning Unit 1 (LU1): B2 Skills European Capitals & Countries			
Situation	Short description	Function for Story	Function for Learning	Function for Gameplay
LeS 1.1 Pre-test of existing knowledge	Alien asks boy: "You know what cities are these?" The boy now can link illuminated spots and city names on a desk. ..	Now, Mr. Jackanapes has to struggle a first time to keep up his blarney of being an all-knowing earthling.	Reflection on and pre-test of existing knowledge without immediate feedback. ..	Introduction: Game play mode "Global view/Map desk" in simplified 2D view.
LeS 1.3 Position of cities without known names	The gamer can fly above Europe in the UFO and the 2D night map in the HUD gives him his precise position and supports him in deciding to which city (light spot) he wants to fly next.		The player can freely explore Europe while having the learning goals on a map in front of him (cities shown as light spots).	To verify the cities' names the player has to fly there and to stay paused above them (logging).

Figure 23 : Description de composants *Story-Learning-Gameplay* intégrés au scénario de INSCAPE (Göbel *et al.*, 2009)

L'adaptation d'INSCAPE aux LG se concrétise avec la thèse de Mehm (Mehm *et al.*, 2009; Göbel *et al.*, 2008) qui développe l'outil Storytec pour la conception de LG. Cet outil peut importer les scénarios conçus avec son ancêtre INSCAPE et propose des outils vi-

suels de maquettage pour aider les enseignants à concevoir les écrans et les personnages (Figure 24). Storytec propose également un graphe d'actions pour modéliser les interactions homme-machine de chaque écran.

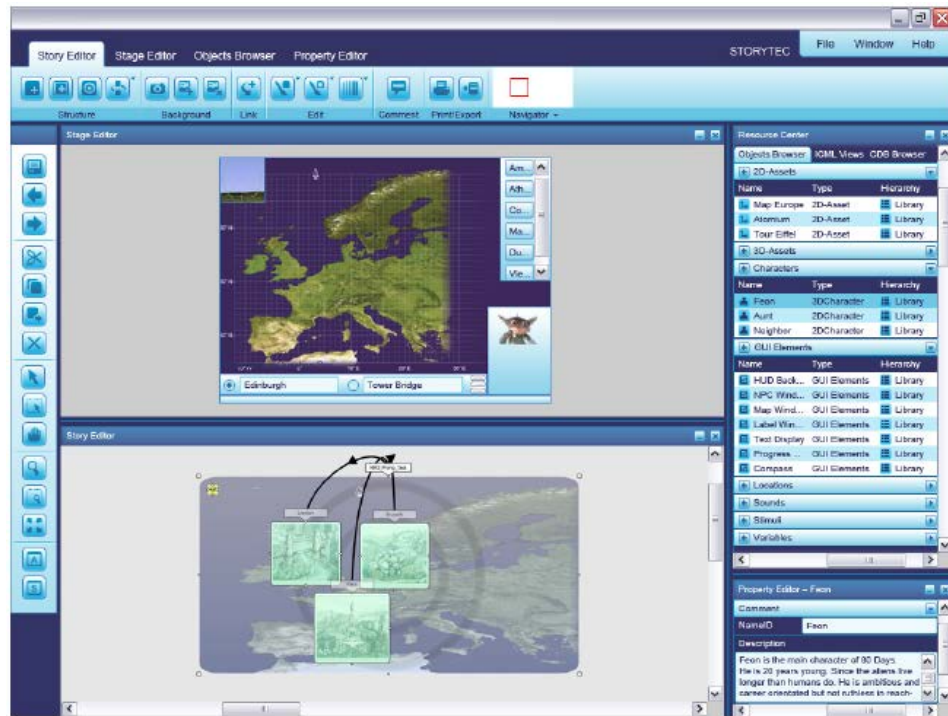


Figure 24 : interface de Storytec (Mehm *et al.* 2009)

Objectif A : collaboration entre acteurs	Objectif B : scénarisation des LG		
	B1 : structuration pédagogique	B2 : lien ludique- pédagogique	B3 : spécification développement
<p>🌀 Méthodologie de conception peu précise (prévue pour un enseignant seul).</p>	<p>✅ Éditeur visuel du scénario.</p>	<p>🌀 Coquille de jeu prédéfinie pour aider à la conception de jeu.</p>	<p>✅ Spécification bas niveau pour chaque écran.</p>

Tableau 3 : satisfaction de nos objectifs par Storytec

Pour résumer, Storytec et son ancêtre INSCAPE, sont prévus pour aider un enseignant seul à concevoir un LG exécutable avec le moins d'intervention possible d'un graphiste et d'un développeur. Comme nous l'avons synthétisé dans le Tableau 3, les auteurs ne proposent pas de méthodologie de conception précise. Il propose des éditeurs visuels qui, selon les auteurs, aident les enseignants à concevoir

des formations pédagogiques. L'outil permet aussi aux enseignants de donner des spécifications bas niveau pour chaque écran ce qui facilite l'intervention des développeurs avant la production du fichier exécutable. Enfin, Storytec aide aussi partiellement les enseignants à concevoir un LG ludique en leur proposant une coquille de scénario pré-conçu.

2.3.5 La plateforme PLAGER-VG

Dans leur article, Padilla Zea *et al.* (2011) proposent la plateforme Player-VG pour assister la conception de LG. Ces LG ont la particularité d'être utilisés pour l'enseignement en école primaire et de cacher intentionnellement leurs contenus pédagogiques sous une couche ludique qui n'a aucun rapport avec les concepts étudiés. Par exemple, le LG proposé dans l'article met en scène un jeu vidéo basé sur l'histoire de Blanche neige pour enseigner l'anglais. Pour mieux guider les concepteurs, les chercheurs proposent une méthodologie détaillée en quatre étapes :

- La **spécification de la structure pédagogique** dans laquelle le cours doit être décomposé selon un modèle d'arbre à 3 niveaux. Ce modèle représente les *objectifs pédagogiques* (niveau 1) décomposés en *tâches pédagogiques* (niveau 2), eux-mêmes décomposés en *activités pédagogiques* (niveau 3). Les concepteurs peuvent ensuite définir des *scénarios pédagogiques* en spécifiant des parcours qui relient les *activités pédagogiques* (parcours des éléments du niveau 3).
- La **définition de la structure ludique** dans laquelle les concepteurs doivent, là encore, modéliser le jeu selon un modèle d'arbre à 3 niveaux : les *scènes ludiques* (niveau 1) décomposées en *niveaux ludiques* (niveau 2), elles-mêmes décomposées en *activités ludiques* (niveau 3). De la même façon que pour le scénario pédagogique, les concepteurs peuvent définir des *scénarios ludiques* qui lient les différentes *activités ludiques* (parcours des éléments du niveau 3).
- Les concepteurs doivent ensuite procéder à la **liaison entre les activités pédagogiques et les activités ludiques**. C'est-à-dire qu'ils doivent lier chaque *activité pédagogique* à une ou plusieurs *activités ludiques* comme le montre la Figure 25.

- La **spécification des caractéristiques des apprenants** telles que le niveau, les handicaps, les préférences, le caractère... pour que le scénario puisse s'adapter au profil des apprenants.

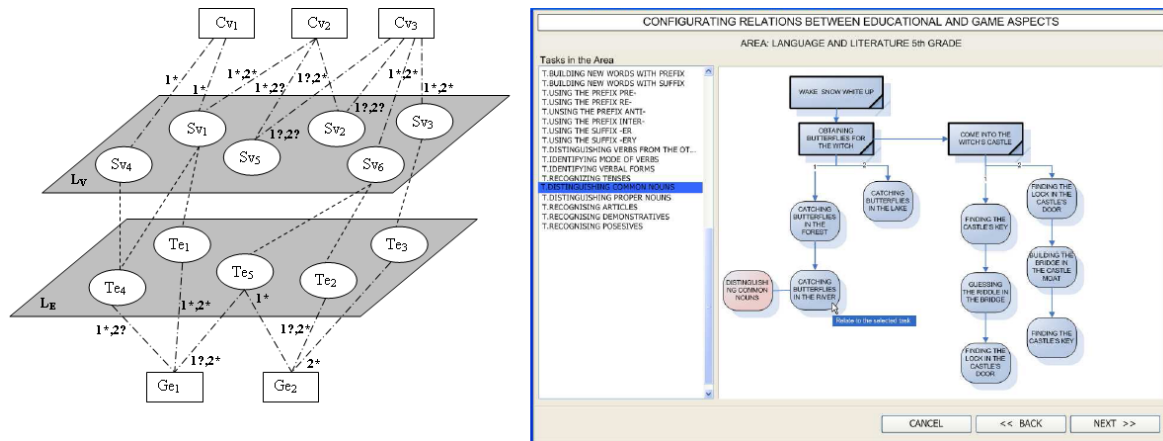


Figure 25 : Modélisation du lien entre les activités pédagogiques (notées Te) et les activités ludiques (notées Sv) et l'interface qui permet aux concepteurs de matérialiser ces liens en glissant-déposant les activités pédagogiques sur le graphe de la structure ludique (Padilla Zea *et al.*, 2011)

Objectif A : collaboration entre acteurs	Objectif B : scénarisation des LG		
	B1 : structuration pédagogique	B2 : lien ludique- pédagogique	B3 : spécification développement
✓ Méthodologie détaillée prévue pour une équipe.	✓ Scénarisation libre de la forma- tion.	⤴ Scénarisation libre du jeu, mais il n'est pas au service de l'apprentissage.	✗ Aucune spécifica- tion détaillée.

Tableau 4 : satisfaction de nos objectifs par Player-VG

Pour résumer, Player-VG est un outil prévu pour une équipe de conception intégrant des enseignants et des *game designers* et les aide à concevoir le scénario d'un LG. Comme nous l'avons synthétisé dans le Tableau 4, les chercheurs proposent une méthodologie détaillée. Player-VG propose dans un premier temps à l'enseignant et au *game designer* de structurer leur propre scénario pédagogique et ludique chacun de leur côté avec la même structure en 3 niveaux. Les deux structures sont ensuite liées entre elles pour former le scénario du LG. Nous pensons que cette technique a l'avantage de laisser le *game designer* travailler librement et donner libre cours à son imagination, mais limite cependant la qualité éducative du LG. En effet,

comme Szilas & Sutter Widmer (2009), nous pensons qu'un LG dont les activités ludiques ne sont pas conçues au service de l'apprentissage n'aura un apport pédagogique que très limité. Enfin, l'outil n'assiste pas la spécification des interfaces du LG ni a son exécution automatique.

2.3.6 Synthèse de l'état de l'art des outils auteurs de LG

L'état de l'art et l'analyse des outils auteur de LG que nous avons mené montrent qu'aucun ne répond pleinement à nos objectifs. Revenons rapidement sur leurs points forts et les points faibles en s'appuyant sur le Tableau 5 récapitulatif :

Outil	Objectif A : collaboration entre acteurs	Objectif B : scénarisation des LG		
		B1 : structuration pédagogique	B2 : lien ludique- pédagogique	B3 : spécifica- tion développe- ment
SceneLRPG	~ Méthodologie de conception peu précise (sans détail des acteurs dans l'équipe)	~ Cartes types d'activités ✗ Pas de modélisation des objectifs pédagogiques	~ Jetons représentant les ressorts de jeu pouvant être ajouté au scénario	✗ Aucune spécification détaillée
<E-adventure>	~ Méthodologie de conception peu précise (prévue pour un enseignant seul).	~ Représentation visuelle complexe, mais maquette du LG exécutable.	✗ Pas d'aide à la conception de jeu.	~ Spécifications pas assez détaillées.
Storytec	~ Méthodologie de conception peu précise (prévue pour un enseignant seul).	✓ Éditeur visuel du scénario.	~ Coquille de jeu prédéfinie pour aider à la conception de jeu.	✓ Spécification bas niveau pour chaque écran.
Player-VG	✓ Méthodologie détaillée prévue pour une équipe.	✓ Scénarisation libre de la formation.	~ Scénarisation libre du jeu, mais il n'est pas au service de l'apprentissage.	✗ Aucune spécification détaillée.

Tableau 5 : Tableau récapitulatif de l'analyse des outils auteurs de LG par rapport à nos objectifs

SceneLRPG place l'expert pédagogique au centre de la conception et donne, de ce fait, plus d'importance aux aspects pédagogiques du LG qu'aux aspects ludiques. En effet, le modèle utilisé pour le LG représente en priorité les activités pédagogiques et les activités ludiques ne sont que peu ou pas intégrées.

<E-Adventure> et Storytec tentent de favoriser autant les aspects éducatifs que ludiques. Pour cela, les auteurs proposent d'aider un enseignant à concevoir leur LG tout seul en utilisant des outils d'édition de jeux. Les auteurs ne prévoient donc aucune intervention de *game designer* et l'enseignant doit imaginer des mises en scène lui-même. Pour les aider, les outils peuvent proposer des coquilles de jeu type, mais nous pensons que de telles coquilles ne permettront jamais d'imaginer des scénarios innovants et attractifs comme un *game designer*. En effet, comme (Kirkley & Kirkley, 2005), nous pensons également qu'il est essentiel d'avoir un expert en *game design* pour imaginer un jeu sur mesure au service de la formation .

Enfin, PLAGER-VG tente de favoriser autant les aspects éducatifs que ludiques en intégrant les experts pédagogiques et les *game designers* dans la conception. Cette méthode nous paraît la plus prometteuse. Cependant, la méthodologie proposée par PLAGER-VG ne propose pas de phase collaborative ce qui ne facilite pas la conception de LG qui soit réellement au service de la formation.

Dans cette dernière partie, nous avons montré qu'aucun outil auteur ne répond pleinement à nos objectifs. Il existe donc toujours un réel besoin d'un tel outil. Dans la partie suivante, nous allons revenir sur les caractéristiques primordiales que nous avons identifiées dans les premières parties de ce chapitre et que cet outil devra présenter.

2.3.7 Caractéristiques voulues pour notre futur outil auteur

Pour répondre à notre premier objectif, notre outil devra comporter une **méthodologie globale collaborative** et détaillée pour guider les créateurs des LG et notamment l'expert pédagogique et un *game designer*. Comme nous avons vu dans la première partie de ce chapitre, nous voulons que cette méthodologie présente toutes les caractéristiques suivantes :

- des étapes clairement définies
- des documents types informatisés à remplir pour chaque étape

- une phase de spécification des objectifs pédagogiques au début
- l'identification des rôles de chaque intervenant
- une phase détaillée de liaison entre les éléments pédagogiques et ludiques
- des phases de pré-validation avant la réalisation

Nous reprendrons ces caractéristiques lors de la présentation de notre méthodologie globale dans le chapitre 3.

Pour répondre à notre deuxième objectif, notre outil devra également proposer un **modèle de scénarisation** pour aider les concepteurs à scénariser des LG qui soient à la fois éducatifs et ludiques. Dans un premier temps, nous voulons que cette modélisation assiste la conception de la structuration pédagogique. Ainsi, elle doit présenter les caractéristiques suivantes :

- modélisation standardisée et échangeable
- modélisation du scénario avec grains variables
- modélisation du lien entre les objectifs pédagogiques et les activités du scénario

Dans un deuxième temps, nous voulons que cette modélisation assiste la conception de scénario d'activités ludiques au service de la formation. Les caractéristiques importantes à ce niveau sont :

modélisation du scénario de jeu pour communiquer

technique de stimulation créative forgée sur l'expérience

modélisation des liens entre les éléments pédagogiques et le jeu

Enfin, nous voulons que cette modélisation facilite la rédaction de spécifications claires pour l'équipe de développement :

- modélisation des interactions des écrans
- maquetage des écrans
- description des personnages du jeu
- association des personnages aux écrans

Nous reprendrons toutes ces caractéristiques lors de la présentation de notre modèle de scénarisation dans le chapitre 4. Pour intégrer toutes ces caractéristiques, nous proposons en effet un modèle qui représente d'un côté la structuration pédagogique conçue par l'expert pédagogique et de l'autre, le scénario de mise en scène ludique imaginé par le *game designer*. Ainsi les deux concepteurs principaux ont chacun un espace de travail séparé, mais liés, dans lequel ils peuvent s'exprimer librement et aussi travailler de façon collaborative.

En plus de ce modèle, c'est surtout la méthodologie que nous proposons qui va aider les concepteurs à travailler ensemble et à imaginer un bon LG. En effet, elle guidera dans un premier temps l'expert pédagogique dans la définition globale de sa formation (dans la partie gauche du modèle). Pendant cette phase, la modélisation des objectifs et de la structure pédagogique sera utile pour valider que la formation intègre tous les objectifs initiaux. Dans un deuxième temps, la méthodologie guidera l'expert pédagogique et le *game designer* pour qu'ils conçoivent ensemble, une mise en scène ludique pour cette formation (dans la partie droite du modèle). Pendant cette phase, la modélisation des liens entre les éléments pédagogiques (à gauche) et les éléments de jeu (à droite) sera utile pour valider si le jeu est réellement au service de la formation. Enfin, la méthodologie guidera les concepteurs dans la spécification détaillée du LG. Pendant cette dernière phase, les concepteurs devront remplir le plus bas niveau de la modélisation en ajoutant des maquettes des écrans du LG.

Enfin, nous avons vu dans la première partie qu'il était primordial d'avoir des outils adaptés aux compétences de chaque personne qui intervient dans la création du LG. En outre, nous avons vu, dans la deuxième partie, qu'il était très important de mettre un outil simple et ergonomique à la disposition des concepteurs. Il nous reste donc ces deux caractéristiques à prendre en compte :

- des outils adaptés aux compétences de chaque acteur
- modélisation avec un outil simple et ergonomique

Nous proposons donc, dans le chapitre 5 de cette thèse, un outil auteur de LG. Cet outil réifie notre modèle de scénarisation avec une interface qui se veut simple et ergonomique et soutient également notre méthodologie de création collaborative, notamment en proposant des outils adaptés aux rôles des créateurs.

SYNTHÈSE

Dans ce chapitre, nous avons montré qu'aucun outil auteur de LG ne satisfaisait complètement les objectifs identifiés dans le chapitre 1 :

→ **Objectif A : faciliter la collaboration entre les différents acteurs.**

→ **Objectif B : faciliter la scénarisation de LG.**

Notre étude des différentes méthodologies globales de création collaborative et des modèles de scénario dans les domaines des LG, des EIAH et des jeux vidéo nous a conduit à identifier les éléments que notre outil devra proposer :

- Une **méthodologie globale de création collaborative de LG** pour guider des concepteurs. Elle devra identifier clairement les rôles de chaque intervenant et les tâches à accomplir. Elle devra également proposer des documents types informatisés à remplir pour chaque étape et mettre en place des phases de validation avant le développement pour vérifier le respect des objectifs initiaux.
- Un **modèle de scénarisation de LG** pour aider les concepteurs à communiquer et travailler de façon collaborative. Ce modèle de scénario de LG devra comporter, d'une part, la structuration pédagogique modélisée par l'expert pédagogique et, d'autre part, sa mise en scène ludique imaginée par le *game designer*. Elle devra également modéliser le lien entre ces deux parties et donner des spécifications assez précises pour l'équipe de réalisation.
- Un **outil auteur de LG** qui devra réifier notre modèle de scénarisation avec une interface simple et ergonomique et qui devra également soutenir le workflow décrit par notre méthodologie de création collaborative en guidant les acteurs et en leur proposant des outils adaptés à leurs tâches.

Chapitre 3. Proposition d'une méthodologie globale de création collaborative de Learning Games

3.1 Méthodologie globale de création de Learning Games	105
3.1.1 Identification des rôles	106
3.1.2 Identification des phases de la création d'un Learning Game	107
3.1.2.1 Phase I : Besoins client	108
3.1.2.2 Phase II : Spécification des objectifs pédagogiques	109
3.1.2.3 Phase III : Conception	110
3.1.2.4 Phase IV : Contrôle qualité	111
3.1.2.5 Phase V : Réalisation	112
3.1.2.6 Phase VI : Test sur public cible	113
3.1.2.7 Phase VI : Utilisation et maintenance	113
3.1.3 Processus global de création d'un Learning Game	114
3.1.4 Caractéristiques phares de notre méthodologie	116
3.1.4.1 Démarche qualité	116
3.1.4.2 Méthodologie centrée documents	116
3.1.4.3 Capitalisation et réutilisation de logiciel	117
3.2 Processus détaillé pour la phase de conception	117
3.2.1 Étape 1 : choix du modèle de scénario de LG	118
3.2.2 Étape 2 : description générale du Learning Game	120
3.2.3 Étape 3 : recherche de composants logiciels	121
3.2.4 Étape 4 : description détaillée du Learning Game	122
3.2.5 Étape 5 : contrôle de l'apport pédagogique	122
3.2.6 Étape 6 : spécifications pour l'équipe de réalisation	122
3.3 Proposition d'un schéma de métadonnées pour les composants logiciels de Learning Game	123
3.3.1 Tour d'horizon sur la capitalisation de composants de Learning Game	124
3.3.2 Typologie de composants à capitaliser	126
3.3.2.1 Les composants pédagogiques	127
3.3.2.2 Les composants fonctionnels	128
3.3.2.3 Les éditeurs de composants	129
3.3.3 Format standard des composants	129
3.3.4 État de l'art sur les métadonnées	131
3.3.4.1 Le standard LOM : Learning Object Metadata	131
3.3.4.2 La norme LOMFR : Learning Object Metadata France	132
3.3.4.3 Les profils d'application de la norme LOMFR	133
3.3.4.4 Notre contribution : un profil d'application de LOMFR pour les LG	133
3.3.5 Proposition du schéma de métadonnée LOMFR-LG	134
3.3.5.1 Maximiser l'utilisation des champs de LOMFR pour les LG	136
3.3.5.2 Ajout des caractéristiques de jeux	138
3.3.5.3 Ajout des caractéristiques d'intégration à une formation e-learning	138
3.3.6 Cas d'utilisation de LOMFR-LG	140
3.3.6.1 Moissonnage des bases de données de composants	140

Chapitre 3. Proposition d'une méthodologie globale de création collaborative de Learning Games

3.3.6.2 Éditeur de métadonnées.....	141
3.3.6.3 Validation de LOM-LG.....	141
3.3.7 Perspectives concernant la réutilisation de composants logiciels.....	142

Comme nous l'avons montré dans le chapitre 1, la création de LG est un processus complexe et pluridisciplinaire qui fait intervenir différents acteurs avec des compétences complémentaires (expert du domaine, spécialiste en sciences de l'éducation, game designer, informaticien...). Nous avons également montré que ces acteurs, qui viennent de domaines variés, avaient généralement des difficultés à collaborer pour créer des LG à la fois ludiques et pédagogiques qui respectent les besoins initiaux des clients tout en maîtrisant les coûts de production. Comme énoncé dans le chapitre 1, le premier objectif de cette thèse est de proposer des solutions à ce problème :

→ **Objectif A : faciliter la collaboration entre les différents acteurs qui doivent intervenir durant la création de LG.**

Lors de notre état de l'art dans le chapitre 2, nous avons analysé une dizaine de méthodologies globales de création collaboratives issues des domaines de l'e-learning, des jeux vidéo et des LG. Cet état de l'art nous a, en premier lieu, permis de dresser une liste de caractéristiques qui nous semble primordiale à une bonne méthodologie de création de LG. Il nous a également montré qu'aucune des méthodologies de conception de LG ne satisfaisait pleinement nos besoins. Dans ce chapitre nous allons donc présenter notre proposition de méthodologie globale de création collaborative de LG. De plus, nous voulons que cette méthodologie intègre toutes les caractéristiques identifiées comme primordiales auparavant, c'est-à-dire :

- des étapes clairement définies
- des documents types informatisés à remplir pour chaque étape
- une phase initiale de spécification des objectifs pédagogiques
- l'identification des rôles de chaque intervenant
- une phase détaillée de liaison entre les éléments pédagogiques et ludiques
- des phases de pré-validation avant la réalisation

Dans la première partie de ce chapitre, nous allons d'abord identifier clairement les différents acteurs qui interviennent durant la création d'un LG. Nous présenterons notre **méthodologie de création globale** qui va de l'identification des besoins du client jusqu'à l'utilisation et la maintenance du LG. Pour chaque phase, nous précisons les acteurs qui interviennent, leurs tâches, les outils qu'ils ont

à leur disposition ainsi que les documents conçus et utilisés. Dans cette partie, nous décrivons également les caractéristiques phares de notre méthodologie. Ainsi, nous montrerons que l'originalité de notre méthodologie tient d'abord dans la volonté d'instrumenter une production efficace avec des contrôles qualité fréquents. Notre méthodologie est également centrée document puisque nous proposons des documents types pour aider les acteurs dans chaque phase. Enfin, toujours dans un souci d'économie et d'efficacité, notre méthodologie propose des moyens pour faciliter la capitalisation et la réutilisation de composants logiciels.

Dans la deuxième partie, nous proposons un **processus détaillé pour la phase de conception** de notre méthodologie globale. C'est en effet la phase qui pose le plus de problèmes de collaboration notamment entre les acteurs qui doivent veiller à l'apport pédagogique du LG et ceux qui doivent veiller à la qualité ludique du LG. Pour les aider à collaborer de façon efficace, nous proposons un processus de conception en 7 étapes qui détaille les tâches spécifiques pour chaque concepteur et leurs interactions.

Dans la troisième partie de ce chapitre, nous proposons un **schéma de métadonnées qui permet de décrire les spécificités des LG**. Ce schéma peut notamment aider les créateurs à trouver des composants logiciels de LG réutilisables qu'ils peuvent intégrer dans leurs nouveaux LG. La proposition d'un tel schéma a donc pour but de faciliter la capitalisation et la réutilisation de composants logiciels qui, comme nous l'avons précisé précédemment, est une des caractéristiques phares de notre méthodologie.

3.1 Méthodologie globale de création de Learning Games

Dans cette première partie, nous allons détailler notre proposition de méthodologie globale de création collaborative de LG. Nous identifions, en premier lieu, les rôles des acteurs qui interviennent dans la création de LG. Nous détaillerons ensuite chaque phase de la méthodologie en précisant l'intervention de chaque rôle et pour finir, nous discuterons des caractéristiques phares de notre méthodologie.

Les éléments que nous présentons dans cette partie sont issus de nos recherches bibliographiques, des vingt années d'expérience de l'INSA de Lyon en création et utilisation de LG, mais également de

l'analyse des pratiques de quatre entreprises de jeux vidéo et d'e-learning⁵².

3.1.1 Identification des rôles

La création d'un LG est un processus complexe de collaboration entre différents acteurs humains (Zyda, 2005) et nous pensons que les rôles complémentaires des acteurs doivent être clairement identifiés pour faciliter leur collaboration (Paquette, 2005).

Dans un premier temps, le **client** (commanditaire) spécifie ses besoins et contraintes. Le **chef de projet** de la création du LG identifie et distribue les tâches à l'équipe de création tout en supervisant leurs bonnes exécutions. Le **cogniticien** travaille avec un ou plusieurs **experts du domaine**, souvent désignés par le client, pour formaliser les connaissances et compétences à enseigner.

Ensuite, l'**expert pédagogique** rassemble ces connaissances et compétences de manière à en identifier les principales et pour définir les objectifs pédagogiques du LG. Le *game designer* et l'expert pédagogique collaborent alors pour structurer le scénario du LG. Cette étape, très délicate, doit entre autres amener à définir quels ressorts de jeux utiliser pour favoriser les apprentissages visés. Lors de cette phase, l'expert pédagogique doit veiller à ce que le LG ait un fort potentiel éducatif et le *game designer* doit veiller à ce que le LG propose une expérience ludique et attractive.

Le *screen designer* (aussi appeler *level designer*⁵³ dans certaines entreprises) conçoit chaque écran et donne des précisions sur tous leurs aspects visuels, auditifs et interactionnels. Ces spécifications doivent être très précises afin d'éviter toutes incompréhensions avec les sous-traitants concernés dans la phase de développement et de production des ressources (**graphiste, acteur, animateurs, sound manager...**).

Ensuite, les **développeurs** utilisent les maquettes et les documents spécifiés en amont pour développer le prototype du LG. Ce prototype est ensuite testé et validé par un échantillon d'**apprenants**

⁵² Nous avons pu étudier les pratiques de trois entreprises de jeux vidéo ; *Etrange Libellule*, *Artefacts Studio* et *WizardBox* et d'une entreprise d'e-learning qui se tourne maintenant vers le marché des LG ; le *Swedish Telepedagogic Center*.

⁵³ Le nom de cet acteur dépend essentiellement du type de jeu conçu. Dans notre cas, le terme de *screen designer* est plus approprié puisque nous étudions majoritairement des jeux en *point and click* dans lesquels les niveaux du jeu sont présentés sous la forme d'un ou de plusieurs écrans.

et de **tuteurs**. Si ce test n'est pas concluant, les acteurs doivent revenir sur l'étape en amont et identifier la cause puis effectuer les réparations des problèmes identifiés autant de fois qu'il est nécessaire. Ce processus itératif donne naissance au LG finalisé.

Selon les configurations et les moyens financiers de l'équipe, une personne peut, bien entendu, endosser plusieurs rôles. Dans de nombreux cas, c'est, par exemple, un enseignant qui détient à la fois les rôles de l'expert du domaine et de l'expert pédagogique. De la même façon, il est assez courant que la personne qui a des compétences en jeux vidéo détienne les rôles du *game designer* et du *screen designer*. Il arrive aussi que la même personne détienne les rôles de l'expert pédagogique et du *game designer*.

La force de notre méthodologie réside dans le fait que nous avons clairement identifié les différents rôles des acteurs qui interviennent dans la création d'un LG. Ainsi, même si une personne détient plusieurs rôles, elle doit veiller à remplir les tâches de chacun d'entre eux.

Maintenant que nous avons défini les rôles, regardons à quel moment ils interviennent dans la création d'un LG.

3.1.2 Identification des phases de la création d'un Learning Game

Comme Paquette *et al.* (1997) et McMahon (2009a), nous pensons qu'il est nécessaire de proposer un *workflow* clair avec des étapes bien définies pour aider les concepteurs à s'organiser dans leurs tâches. La méthodologie que nous proposons se veut la plus générique possible et applicable à tout type de LG (mono ou multijoueurs, en formation professionnelle ou initiale avec ou sans tuteur, déconnecté ou en réseau...). Il ne s'agit pas de fournir un processus normé et rigide, mais plutôt un cadre méthodologique structurant en 7 grandes phases. De plus, les phases que nous proposons dans cette partie se déroulent dans un ordre logique, mais des retours en arrière ou des phases se déroulant en parallèle pour des parties différentes du LG sont possibles.

Pour chaque phase, nous détaillerons les rôles des acteurs qui interviennent, leurs tâches respectives, les outils à leur disposition ainsi que les documents qu'ils créent ou dont ils se servent. En effet, nous pensons que l'identification de ces éléments facilitera le travail

des acteurs (Paquette *et al.*, 1997; McMahon, 2009a; Nadolski *et al.*, 2008).

3.1.2.1 Phase I : Besoins client

Le processus de fabrication d'un LG est déclenché par un **client** qui formule une demande correspondant à des besoins spécifiques. En fonction des cas ce client peut être un responsable de formation, un enseignant, un chef d'entreprise... Ses attentes sont rédigées dans un *cahier des charges* avec l'aide du **chef de projet**. Ce document doit être le plus complet possible pour que le projet se déroule au mieux.

Pour aider le chef de projet, nous proposons un modèle de cahier des charges basé sur ceux utilisés lors des projets de LG réalisés à l'INSA de Lyon et ceux des entreprises de jeux vidéo que nous avons pu étudier. Les éléments suivants qui composent le cahier des charges servent uniquement de guide et sont optionnels :

- Étude de l'existant : documents et méthodes de formations classiques que le client veut remplacer par le LG.
- Études du marché : études des autres LG existants similaires ou proches des résultats attendus avec la liste des fonctionnalités dont on veut s'inspirer.
- Liste des besoins :
 - Besoins pédagogiques : le cadre de la formation, temps disponible, nombres de tuteurs et d'élèves et le profil des apprenants.
 - Besoins ludiques : type de ressorts ludiques que les clients aimeraient utiliser comme le hasard, la compétition, la mimicry, le vertige (Callois, 1992) ou encore la reconnaissance, la collaboration (Mariais, 2012) et les caractéristiques du monde virtuel (rendu en 3D, réaliste, fantaisiste...).
 - Besoins fonctionnels : évolution du système, fonctionnalité de sauvegarde, d'exportation des résultats des apprenants, de paramétrage du LG par le tuteur et de suivi des apprenants par le tuteur.
 - Autres besoins : assurer le portage multilingue du LG, la portabilité sur tous les systèmes d'exploitation ou navigateur...
- Liste des contraintes :

- Contraintes de temps : date du rendu et disponibilité des ressources (humaines, matérielles).
- Contraintes techniques : moyens matériels, configuration minimale des ordinateurs, dispositions de la salle de formation ou encore la rapidité de la connexion Internet.

Le chef de projet prend en compte toutes les informations inscrites dans le cahier des charges et a pour mission de veiller au bon déroulement des étapes de la création. Pour l'aider dans ses tâches de planification du projet, il existe nombre d'*environnement de gestion de projet* comme Microsoft Projects⁵⁴, Genius⁵⁵... qui intègrent des outils de planification (diagramme de Gantt et Pert) ainsi que des systèmes de partage de document sécurisé.

3.1.2.2 Phase II : Spécification des objectifs pédagogiques

Les LG que nous étudions servent à construire des compétences métier. Nous donnerons plus de précision sur ce terme dans le chapitre 4. Quoiqu'il en soit, lors de cette deuxième phase, le **cogniticien** doit donc travailler avec un ou plusieurs **experts du domaine**, souvent désignés par le client, pour formaliser une carte des *connaissances et des compétences du domaine* en accord avec les besoins pédagogiques du cahier des charges.

Cette formulation est très compliquée à établir car les experts ne savent pas toujours exprimer clairement toutes leurs compétences souvent construites au fil des années et des expériences. Le cogniticien est donc nécessaire à cette étape. Il peut par exemple utiliser des *outils de formalisation du domaine* (knowledge management) comme un éditeur de cartes conceptuelles ou un outil de méthode MASK afin d'aider l'extraction et la formulation des connaissances (Ermine, 1970). Il existe de nombreuses autres méthodes pour aider les experts à formuler leurs connaissances que nous ne détaillerons pas ici (Aussenac, 1989). Ces connaissances extraites sont le plus souvent formalisées à l'aide d'ontologies ou de graphes.

Nous attirons l'attention sur le fait que l'expert du domaine peut, en plus des connaissances indispensables, indiquer des « bons comportements » que doit acquérir l'apprenant. Contrairement aux

⁵⁴ www.microsoft.com/france/project

⁵⁵ www.geniusinside.fr

formations classiques dispensées en cours, les LG sont des environnements interactifs dans lesquelles ces comportements peuvent être intégrés et évalués. Voici quelques exemples classiques de comportements évalués dans les LG proposés à l'INSA de Lyon :

- Ne pas déranger inutilement les employés d'une entreprise.
- Respecter les consignes de sécurité.
- Respecter la confidentialité des informations.
- Ne pas poser des questions inappropriées.
- Porter assistance à autrui.
- Avoir une attitude responsable et ne pas mentir.
- Savoir justifier ses décisions.
- Utiliser les outils adéquats mis à disposition.
- Commenter correctement ses fichiers de programme informatique.
- Savoir optimiser ses programmes informatiques.

Une fois que la carte des connaissances et des comportements du domaine que l'on aimerait inculquer aux apprenants a été formalisée, le cogniticien et l'**expert pédagogique** doivent spécifier formellement les *objectifs pédagogiques* que les apprenants devront atteindre au cours du LG. Nous proposerons dans le chapitre suivant une modélisation de ces objectifs pédagogiques sous la forme d'une liste de compétences métiers. Cette liste servira de référence pendant toute la suite de la création pour vérifier que le LG en cours de production favorise bien l'apprentissage de ces compétences cibles.

3.1.2.3 Phase III : Conception

La phase de conception consiste à détailler un *scénario* complet pour le LG. Cette étape fait d'abord intervenir l'expert pédagogique qui doit veiller à ce que le LG garde un fort potentiel éducatif vis-à-vis de la liste des objectifs pédagogiques. Le **game designer** doit en parallèle imaginer une mise en scène ludique et un environnement virtuel attractif dans lequel l'apprenant aura envie de s'immerger. Ces deux acteurs doivent donc travailler ensemble pour fournir un scénario de LG à la fois éducatif et ludique. Le **game designer** et le **screen designer** peuvent ensuite décrire en détail le *story-board* (succession d'écran du LG) et toutes les spécifications graphiques et sonores qui seront données à l'équipe de réalisation.

La phase de conception est sans conteste la phase la plus délicate de la création d'un LG (Zyda, 2005; Kelly *et al.*, 2007; Jovanovic *et al.*, 2008) et comme nous l'avons montré dans le chapitre 2, les méthodologies et outils qui existent ne répondent que partiellement à nos besoins. Nous ne ferons que décrire sommairement la phase de conception ici puisque nous proposerons une méthodologie détaillée pour guider les acteurs à travers cette phase dans la deuxième partie de ce chapitre.

3.1.2.4 Phase IV : Contrôle qualité

Pour réduire le temps et le coût de conception, nous préconisons une méthodologie de conception avec des contrôles qualité fréquents (Marfisi-Schottman *et al.*, 2009b; Marfisi-Schottman *et al.*, 2009a). Ces contrôles qualité permettent de comparer le LG en cours de création aux exigences spécifiées dans le cahier de charges initiale en vue de déterminer si la conformité est obtenue pour chacune de ces caractéristiques.

Dans cette partie nous allons détailler un de ces contrôles qualité que nous proposons et qui nous paraît tout à fait original puisqu'il a lieu avant même la réalisation du LG. Nous pensons que l'utilisation d'un tel contrôle permet de gagner énormément de temps par rapport à la méthode classique qui consiste à tester le système sur un échantillon d'apprenants à la fin de la réalisation. En effet, cette approche implique souvent de repasser par la phase de conception et de production. Notre objectif n'est pas de supprimer ces tests d'utilisabilité, mais de venir en complément en proposant une vérification adaptée à une première itération dans la création du LG. Pour insister sur l'importance de ce contrôle qualité et inciter les créateurs à réellement prendre le temps de le faire, nous l'avons identifié comme étant une phase de la méthodologie à part entière.

Au cours de cette phase, l'expert pédagogique peut, dans un premier temps, tester le scénario avec des algorithmes de parcours de graphe qui détectent des chemins sans issue ou les parcours qui ne passe pas par toutes les activités nécessaires à couvrir les compétences cibles.

Il est également possible d'aller plus loin dans les validations du scénario en modélisant de façon détaillée le scénario et les interactions du LG avec des Réseaux de Pétri (Zhou, 1995; Araujo & Roque, 2009) et en utilisant des algorithmes de validation de modèle

(Grahlmann & Best, 1996). L'inconvénient de cette technique est qu'il faut faire appel à un autre acteur, compétent dans ce domaine, pour mettre au point les réseaux de Pétri en partant des spécifications détaillées. Cependant, certaines études comme la thèse de Bonnefoi, (2010) vise, entre autres, à réduire cette contrainte en proposant des règles pour construisent automatiquement le réseau de Pétri à partir de diagrammes d'activité UML pouvant être renseignés par des ingénieurs informaticiens. De plus, une fois que le réseau existe, il peut être utilisé dans la phase de suivi des apprenants (Thomas *et al.*, 2011) ou pour adapter la difficulté du jeu en temps réel pour que le joueur se sente en challenge permanent (Champagnat *et al.*, 2005).

Pour des tests plus approfondis, il est possible de mettre au point des joueurs virtuels types qui vont agir en fonction de leurs niveaux de connaissances et de profils comportementaux prédéfinis (prudent, fonceur, curieux...) (Manin *et al.*, 2006; George *et al.*, 2005). Pour le moment, cette méthode existe uniquement pour les LG de type jeu de plateau qui possède des structures très formalisées, mais elle devrait pouvoir être étendue à d'autres types de jeu. L'objectif de ces simulations est d'expérimenter le déroulement d'un LG afin de juger statistiquement par simulation de l'atteinte des objectifs pédagogiques.

3.1.2.5 Phase V : Réalisation

Le scénario, le story-board et toutes les spécifications graphiques et sonores sont donnés à l'équipe de réalisation, composée de **développeurs** et de sous-traitants externes (**graphistes, comédiens, cinéaste, sound manager...**). Ces acteurs doivent collaborer pour donner naissance au premier *prototype* du LG. La collaboration entre ces acteurs peut être facilitée par des *environnements de développement* intégré (IDE) qui proposent des outils de contrôle de cohérence et de débogage. La plupart du temps, ces environnements proposent également des systèmes de gestion de versions centralisée comme SVN⁵⁶ ou Git⁵⁷.

Il existe beaucoup d'autres outils pour accélérer la production. Nous pouvons en citer quelques-uns utilisés dans les entreprises de jeu vidéo et qui peuvent tout à fait s'appliquer au développement

⁵⁶ <http://subversion.apache.org>

⁵⁷ <http://git-scm.com>

de LG. Dans les grosses entreprises de jeux vidéo, les équipes travaillent par exemple avec la méthode agile SCRUM (Schwaber & Beedle, 2001) qui permet d'optimiser le temps de production en structurant le travail en « sprints » de 2 à 3 semaines. Toutefois, cette méthode ne convient pas toujours aux graphistes-animateurs qui n'ont pas l'habitude d'évaluer avec autant de précision le temps nécessaire à effectuer leurs tâches. Ces derniers utilisent donc souvent la méthode KANBAN (Baglin, 1984) déployée à la fin des années 1950 dans les usines Toyota ou des variantes de cette méthode qui fonctionnent sur les tâches beaucoup plus petites. Les équipes utilisent aussi parfois des wiki pour communiquer entre elles sur les fonctionnalités à développer (Xiao *et al.*, 2007). Des logiciels comme JIRA⁵⁸ sont aussi utiles pour faire des demandes de corrections d'erreurs avec un système de tickets avec des degrés d'importance.

À la fin de cette phase de réalisation, le chef de projet peut capitaliser les *composants logiciels*, les *images*, les *vidéos* et les *sons* qui ont été développés dans une base de données. Afin que ces éléments puissent être retrouvés et éventuellement réutilisés lors d'un autre projet, il est indispensable de les décrire avec des métadonnées comme celles proposées dans la troisième partie de ce chapitre.

3.1.2.6 Phase VI : Test sur public cible

Le prototype rentre en phase de test sur un **échantillon d'apprenants et de tuteurs**. Cette étape étant très consommatrice en temps et en ressources, il est souhaitable d'aider l'expert pédagogique en proposant un *environnement de test* qui collecte toutes les *traces* d'utilisation et permet de les analyser (avec des méthodes de data mining par exemple) (Settouti, 2011). Après avoir étudié les résultats de cette phase de test, l'expert pédagogique doit remédier aux éventuels problèmes en notifiant les acteurs concernés des changements nécessaires. La création du LG reboucle ainsi sur des phases antérieures jusqu'à ce qu'il soit validé pour ses qualités ludiques et éducatives.

3.1.2.7 Phase VI : Utilisation et maintenance

Une fois que le LG est passé par toutes les phases précédentes, le *LG finalisé* peut être utilisé en situation réelle par les **apprenants** et les **tuteurs**. C'est à ce moment que le tuteur peut procéder à des petits

58 www.atlassian.com/software/jira

ajustements du LG (modification de certaines données, ajustement de la difficulté, modification du scénario en ajoutant ou en enlevant des écrans, changement de l'ordre...). Ces degrés de liberté l'aideront à s'approprier le LG et lui donneront envie de l'intégrer à ses formations (Lefèvre, 2009). Si le tuteur où les apprenants rencontrent des problèmes, ils doivent pouvoir en informer l'équipe de conception et de réalisation pour remédier au problème.

Les concepteurs peuvent également intégrer des capteurs informatiques pour collecter les traces d'usage afin de faire ressortir des indicateurs « qualité » guidant l'amélioration du produit.

3.1.3 Processus global de création d'un Learning Game

La Figure 26 reprend les phases de la méthodologie globale de création collaborative décrite ci-dessus et positionne les différents rôles, documents utilisés et produits ainsi que les outils informatiques assistant les acteurs dans leurs tâches.

Pour structurer les différents éléments qui interviennent dans la création d'un LG, nous avons choisi la décomposition des 5M largement utilisée en génie industriel (Hosotani, 1997) :

- **Méthode** : la séquence des phases qui représente le procédé général qui mène à la création du LG.
- **Milieu** : tous les éléments externes au projet qui interviennent dans la création du LG comme les experts du domaine (professeur, médecin, ingénieur...), les sous-traitants (graphistes, acteurs...) ou bien les apprenants et les tuteurs (tests et retours d'usage).
- **Main d'œuvre** : les acteurs humains internes au projet qui interviennent sur les étapes de création que nous décrivons par des rôles (expert pédagogique, cognicien...).
- **Matériel** : ensemble d'outils informatiques dont se servent les acteurs humains pour mener à bien la création du LG.
- **Matière** : documents, maquettes, fichiers exécutables, base de données et tout autre artefact utilisé directement ou indirectement comme matière pour créer le LG final.

Afin de ne pas surcharger la Figure 26, qui est déjà bien complexe, nous n'avons pas représenté toutes les relations. Le chef de projet par exemple est en réalité présent tout au long de la création pour contrô-

ler les livrables et gérer les ressources. Nous avons également représenté l'expert pédagogique avec trois petites icônes différentes pour simplifier la lecture des flèches.

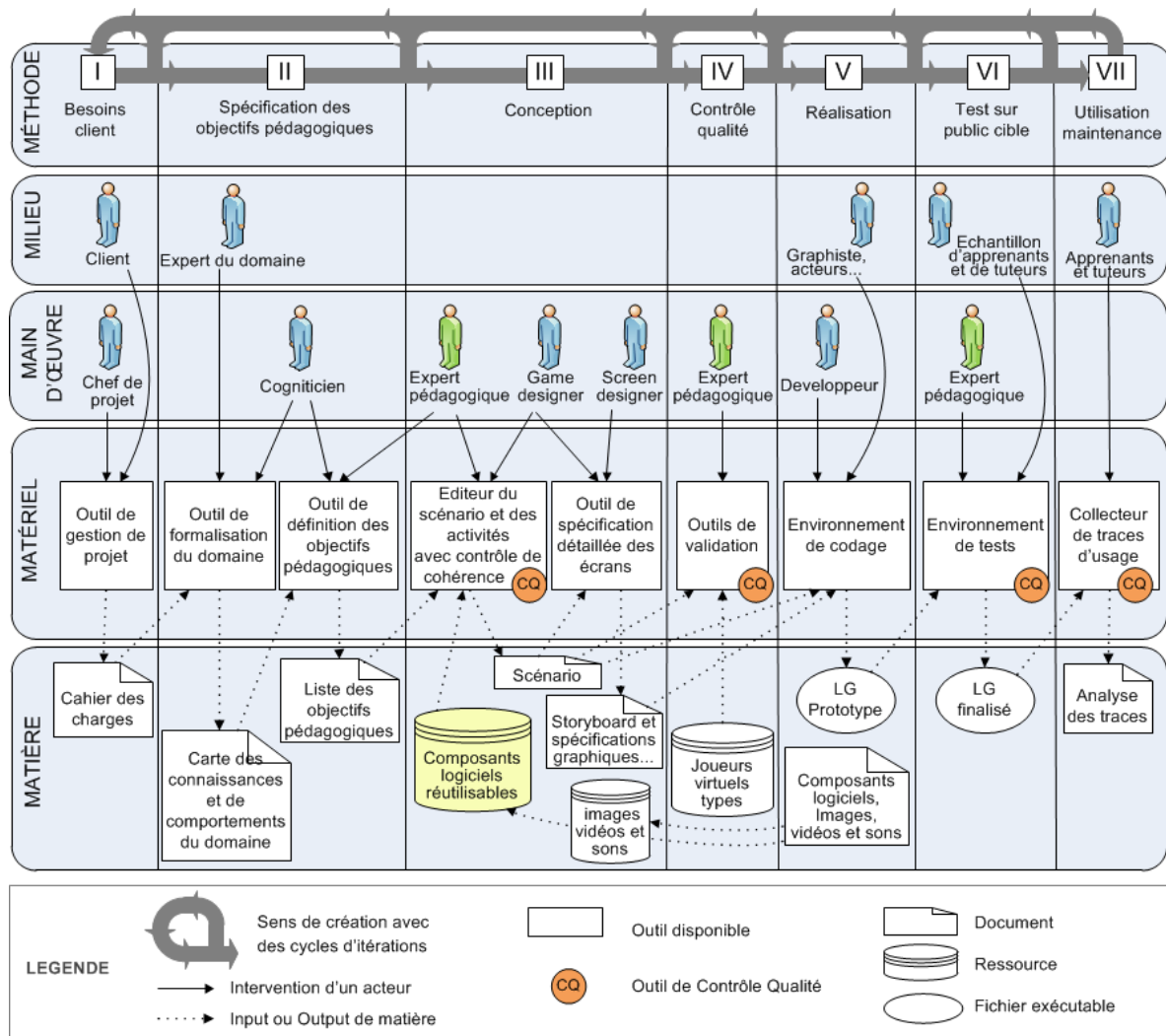


Figure 26 : Vision globale de la méthodologie de création d'un Learning Game

Nous avons également tenu à représenter la base de données de composants logiciels (coloré en jaune) pour rappeler notre volonté de proposer une méthodologie qui encourage la capitalisation et la réutilisation de composants. Nous reviendrons sur cette capitalisation dans la troisième partie de ce chapitre.

De plus le processus de création n'est pas aussi linéaire que le schéma peut laisser paraître. Comme le montrent les flèches sur le haut du schéma, chaque phase est menée de façon itérative par affi-

nement successif. Ces retours se font par exemple suite à des tests non concluants ou lorsque des décisions prises lors d'une phase impactent des choix effectués en amont.

Maintenant que nous avons détaillé les grandes phases de notre méthodologie de création de LG, nous allons identifier les caractéristiques phares de cette méthodologie qui reflètent notre démarche.

3.1.4 Caractéristiques phares de notre méthodologie

3.1.4.1 *Démarche qualité*

L'originalité de notre approche tient d'abord dans la volonté d'instrumenter une démarche qualité globale inspirée des méthodes de production en génie industriel (Hubérac, 2001). Nous incitons en effet les acteurs à effectuer des contrôles qualité à la fin de chaque phase. Ils peuvent ainsi vérifier que les éléments du LG qu'ils ont produits ne contiennent aucune incohérence et respectent le cahier des charges initial. Pour les aider dans cette tâche, nous proposons quelques outils (noté CQ sur la Figure 26) pour instrumenter ces contrôles qualité. L'éditeur de scénario que nous proposons pendant la phase de conception fournit par exemple un système de validation qui vérifie que les choix de scénarisation sont cohérents par rapport aux objectifs pédagogiques visés. Ce système repère également les éléments du LG produits par les créateurs, mais qu'ils ont oubliés de lier au scénario final. Nous détaillerons l'éditeur de scénario et ces outils de validation dans le chapitre 5. Nous proposons également une fiche de conseils pour la conception de bons LG (cf. Annexe V, p317), mais aussi des documents contenant des heuristiques pour guider les choix de conception.

3.1.4.2 *Méthodologie centrée documents*

Au cours de la création d'un LG, les acteurs produisent un ensemble de livrables (cahier des charges, liste des objectifs pédagogiques, scénario, spécifications, prototype du LG...). Ces éléments servent de références dans l'avancement du projet et de moyens de communication clairs. Ils sont accessibles à tout moment et chacun comporte une jauge indiquant son état d'avancement (vide, en cours avec un pourcentage, finalisé) donnant ainsi une idée du travail restant à faire. Sur la base des projets de LG réalisés à l'INSA de Lyon, nous avons éga-

lement collecté des exemples et des documents types avec un format standardisé sur lesquels les acteurs peuvent s'appuyer.

3.1.4.3 Capitalisation et réutilisation de logiciel

La méthodologie que nous proposons donne aussi une place importante à la capitalisation et la réutilisation de composants logiciels puisque, comme nous l'avons montré dans le chapitre 1, il existe une réelle demande de la part des créateurs de LG qui souhaitent avant tout, réduire les coûts de production (Kickmeier-Rust & Albert, 2009). Comme indiqué dans la Figure 26, notre méthodologie propose aux acteurs d'aller piocher dans la base de composants logiciels réutilisables lors de la phase de conception. Ils peuvent ainsi reprendre tout ou partie de composants existants sur lesquels ils ont travaillé précédemment. Afin de remplir cette base et de la tenir à jour, notre méthodologie propose également aux acteurs de capitaliser les composants, les images et les sons développés durant le LG. Cependant, il ne suffit pas de stocker les composants dans une base. Il est en effet nécessaire de décrire ses ressources avec des métadonnées afin de pouvoir retrouver les composants adaptés à chaque situation. Dans la troisième partie de ce chapitre, nous proposons un schéma de métadonnée spécifique aux LG qui pourrait être utilisé lors de cette étape.

Dans cette partie du chapitre, nous avons décrit les différentes phases de notre méthodologie globale de création collaborative de LG. Dans la partie suivante, nous allons nous focaliser sur la phase de conception qui, comme nous l'avons vu, est la phase qui pose le plus de problèmes en termes de collaboration. La principale difficulté est, en effet, de faciliter la communication et la collaboration entre l'expert pédagogique qui doit veiller à concevoir un LG à fort potentiel éducatif et le *game designer* qui lui, doit veiller à concevoir un LG attractif et ludique.

3.2 Processus détaillé pour la phase de conception

Dans cette partie, nous proposons un processus détaillé pour la phase de conception de LG afin de faciliter la collaboration entre l'**expert pédagogique**, le *game designer* et le *screen designer*. Dans la suite de ce chapitre, nous appelons « concepteurs » les personnes qui dé-

tiennent ces trois rôles. Comme le montre la Figure 27, notre méthodologie de conception se compose de 7 étapes :

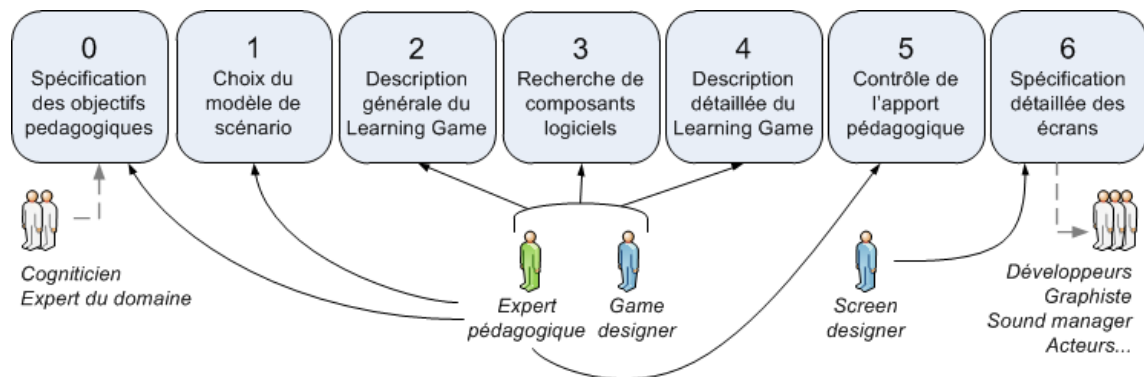


Figure 27 : Détail de la méthodologie pour la phase de conception de Learning Game

L'étape 0 présente est en fait une étape en amont de la phase de conception. Il nous a paru néanmoins important de la modéliser puisque les objectifs pédagogiques, formalisés lors de cette étape servent de repères durant toute la conception.

3.2.1 Étape 1 : choix du modèle de scénario de LG

L'expert pédagogique détermine en premier lieu le modèle de scénario de jeu qu'il veut pour son LG. Il s'agit ici de choisir la structure scénaristique du LG par rapport aux demandes du client, des compétences cibles, du profil des apprenants mais aussi du contexte d'utilisation.

Comme le démontrent Mariais (2012) et Djaouti (2011) dans leurs thèses, il n'existe pas de classification de jeu se basant uniquement sur la structure scénaristique. Nous proposons donc un nouveau type de jeu, appelé « jeu à missions » pour lequel nous proposons un modèle scénaristique dans le chapitre 4.

Un jeu à mission est un jeu dans lequel le joueur doit franchir un certain nombre d'étapes suivant un ordre chronologique prédéfini. Ces étapes peuvent être successives ou en parallèles et ne sont pas forcément obligatoire. Les étapes à franchir, que nous appelons « missions », peuvent être de types très variés comme réussir une quête, résoudre une énigme, obtenir un certain score...

Par cette définition, nous voulons notamment englober les types de jeux suivants définis par Prensky (2000) qui sont largement utilisés :

- **Jeu d'aventure** dans lequel il faut découvrir des mondes, collecter des informations et des objets et mener à bien des quêtes.
- **Jeu de réflexion** dans lequel le joueur doit résoudre des énigmes de plus en plus difficiles.
- **Jeu de rôle** dans lequel le joueur est mis dans la peau d'un personnage et doit mener à bien une quête.
- **Jeu d'action** qui contient les jeux d'arcade et les jeux de consoles comme les courses de voiture.
- **Jeu de simulation avec des missions définies**, c'est-à-dire dans lequel le joueur doit se servir d'une machine ou d'un système comme, par exemple, conduire une voiture ou piloter un avion pour atteindre différents buts prédéfinis.

Comme nous l'avons défini, les missions telles que nous les définissons peuvent en effet être de type très différent : trouver les trois vis manquantes, réussir un exercice, atteindre le haut de la montagne, gagner la course...

Dans la suite de cette thèse nous nous restreindrons uniquement à ce type de jeu à mission qui recouvre une grande variété de jeux répondant aux besoins de la formation aux compétences métiers (Kirkley, 2007; Mariais, 2012). De plus, ce type de jeu représente très bien la grande majorité des LG créés et utilisés à l'INSA de Lyon et qui ont fait leurs preuves au niveau pédagogique et ludique. En effet, la plupart de ces LG sont des jeux de rôle mélangés à des jeux de réflexion dans lesquels l'apprenant est mis dans la peau du héros et doit utiliser ses compétences pour sauver une entreprise de la faillite, optimiser la chaîne de production ou encore devenir le leader d'un marché...

Nous n'avons donc pas la prétention de proposer un type de scénario qui couvre tous les types de LG possibles. Les jeux dans lesquels les actions dépendent d'évènements aléatoires comme le jeu de l'oie ne rentrent par exemple pas dans cette catégorie mais peuvent sûrement faire de bon LG.

3.2.2 Étape 2 : description générale du Learning Game

Lors de cette deuxième étape, l'expert pédagogique et le *game designer* travaillent ensemble pour décrire le scénario général du LG. C'est un moment très délicat puisque les deux concepteurs, qui n'ont pas forcément le même vocabulaire ni la même façon de formaliser le scénario tente d'élaborer ensemble un scénario de LG qui est à la fois ludique et pédagogique.

Dans le chapitre 4, nous proposons une modélisation du scénario du LG pour aider les concepteurs lors de cette étape. Cette modélisation représente, d'un côté, la structuration pédagogique choisie par l'expert pédagogique et de l'autre côté, sa mise en scène ludique imaginée par le *game designer*. Ainsi les deux concepteurs principaux ont chacun un espace de travail séparé, mais lié, dans lequel ils peuvent s'exprimer librement et aussi travailler de façon collaborative. Les détails de ce modèle et les justifications de nos choix seront présentés dans le chapitre 4. Cependant, pour la bonne compréhension de notre méthodologie, nous présentons ici rapidement cette modélisation et notamment ces 3 niveaux de granularité successifs :

- **Niveau 1** : description générale du LG. Ce niveau représente les grands **Modules** ou chapitres pédagogiques du LG (chapitre sur les différentes méthodes de *brainstorming*) et leur mise en scène dans des **Missions** ludiques (trouver le meilleur argument de vente pour peupler une planète...).
- **Niveau 2** : description détaillée du LG. Ce niveau représente les **Actes** pédagogiques de chaque Mission (mémoriser la table d'addition, exercice sur les additions à trous) et les **Séquences** ludiques qui les mettent en scène (répondre correctement aux énigmes du druide, trouver la bonne combinaison pour la serrure).
- **Niveau 3** : spécification du LG au niveau le plus fin. Ce niveau représente les **Activités** pédagogiques (lire, écouter, faire l'exercice...) et les spécifications fonctionnelles des **Écrans** qui

soutiennent ces activités (titre de l'écran, fond sonore, boutons cliquables...).

Pour cette première étape de description générale du Learning Game, nous conseillons aux concepteurs de d'abord décrire le LG de façon générale en remplissant le Niveau 1 du modèle comme c'est le cas pour de nombreuses autres méthodologies (Nadolski *et al.*, 2008; McMahan, 2009a). Afin que le LG réponde en premier lieu aux objectifs pédagogiques, nous conseillons à l'expert pédagogique de commencer par structurer les Modules qu'il souhaite intégrer dans la formation (McMahan, 2009a). Il peut également y attacher toutes les compétences cibles définies dans l'étape 1. S'il le souhaite, il peut également étoffer sa structuration pédagogique en spécifiant les participants qui interviennent (tuteur, équipe jaune, équipe bleue...). Le *game designer* intervient en parallèle pour imaginer les Missions qui mettent en scène ces Modules avec une intrigue, des personnages et un dénouement qui fait avancer l'histoire du jeu. La difficulté est d'imaginer une mise en scène ludique adaptée aux compétences, aux profils des apprenants et au contexte d'utilisation du LG.

3.2.3 Étape 3 : recherche de composants logiciels

Une fois que les concepteurs ont une idée générale du LG qu'ils veulent créer et avant que la description du LG ne devienne trop détaillée, les concepteurs ont tout intérêt à chercher dans la base des composants logiciels réutilisables. Ils peuvent y trouver des composants qui correspondent à leurs besoins et ainsi réduire considérablement le coût de développement. Même si elle n'est pas fructueuse, la recherche dans la base de données peut être une excellente source d'idées d'interactivité. En se fiant aux notations et aux commentaires laissés par les utilisateurs précédents, les concepteurs peuvent aussi éviter de refaire les mêmes erreurs.

L'objectif de cette étape est de favoriser la réutilisation de composants existants, d'une part pour accélérer la conception et d'autre part, pour capitaliser sur des composants ayant déjà fait leurs preuves en termes d'utilité et d'utilisabilité.

Naturellement, cette étape sera d'autant plus pertinente que la base de composants sera riche et qualitative. C'est d'ailleurs une des limites de ce type d'approche. Pour que le système soit attractif, il faut qu'il contienne rapidement un nombre significatif de compo-

sants, mais lorsque le nombre de composants devient très grand, le concepteur peut avoir quelques difficultés à choisir le composant adéquat. Idéalement, le système pourrait être susceptible de retirer les composants obtenant des notes trop faibles pour maintenir en permanence un pool raisonnable de composants performants.

3.2.4 Étape 4 : description détaillée du Learning Game

Lors de cette étape, l'expert pédagogique et le *game designer* reprennent la description du scénario et le détaillent en modélisant le 2ème niveau. L'expert pédagogique commence par décomposer les Modules en une succession d'Actes. Le *game designer* pourra en parallèle, imaginer des Séquences d'évènements dans l'histoire pour les mettre en scène (répondre correctement aux énigmes du druide, trouver la bonne combinaison pour la serrure).

3.2.5 Étape 5 : contrôle de l'apport pédagogique

L'expert pédagogique doit veiller à tout moment à ce que le LG en cours de conception conserve son potentiel pédagogique. Même si cette vérification doit se faire à tout moment, son importance justifie le fait qu'elle ait une étape consacrée dans la méthodologie de conception. Lors de cette étape de contrôle qualité, l'expert pédagogique doit notamment vérifier que toutes les compétences cibles définies dans l'étape 1 sont bien prises en compte dans le scénario. Il peut aussi vérifier qu'aucun de ces éléments n'a été oublié par le *game designer* lors de la modélisation du scénario de mise en scène ludique. L'expert pédagogique doit aussi relire son scénario et le cahier des charges pour s'assurer que le scénario ne s'écarte pas trop des besoins initiaux du client.

3.2.6 Étape 6 : spécifications pour l'équipe de réalisation

À ce stade de la conception, le scénario doit être assez détaillé pour que l'on puisse faire intervenir le *screen designer* qui va modéliser le 3ème et dernier niveau du scénario. Il va notamment imaginer la suite d'Écrans nécessaires pour mettre en scène le scénario en fonction des contraintes techniques imposées par le client. Il doit également décrire en détail chaque écran (élément de l'interface, dialogues, sons, éléments cliquables...) pour que l'équipe de réalisation puisse les développer. Lors de cette étape, le *game designer* doit aussi détailler les

spécifications graphiques de tous les personnages et les lieux dans l'histoire pour les graphistes.

Dans les deux premières parties de ce chapitre, nous avons décrit notre méthodologie de création de LG et notamment les étapes détaillées de la phase de conception. Nous allons maintenant nous intéresser à une des caractéristiques phares de notre méthodologie, c'est-à-dire le fait qu'elle préconise la capitalisation et la réutilisation de composants logiciels. Pour faciliter cette capitalisation nous proposons en effet un schéma de métadonnées qui permet de décrire les spécificités des composants de LG, mais surtout de faciliter la recherche de composants adaptés à toutes les situations.

3.3 Proposition d'un schéma de métadonnées pour les composants logiciels de Learning Game

Comme nous l'avons montré dans l'introduction, la création de LG est un processus long et souvent très coûteux. Ceci incite les concepteurs de LG à capitaliser et à partager leurs expériences sous la forme de composants logiciels de LG qui se sont montrés efficaces à l'usage. Ces composants logiciels sont, le plus souvent, des petites activités interactives comme des composants de dialogues, de puzzle, de QCM ... et peuvent provenir de fournisseurs variés. La Figure 28 montre quelques composants de l'INSA de Lyon que nous avons utilisés dans plusieurs de nos LG. La capitalisation et le partage de tels composants n'est pas facile à mettre en place car il n'existe aucun outil adapté.

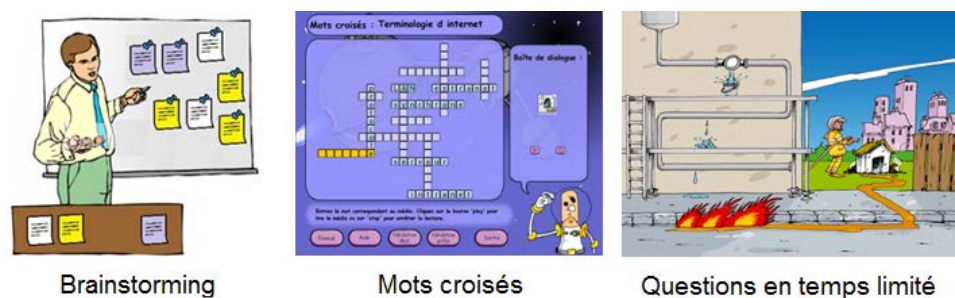


Figure 28 : Exemples de composants de LG réutilisables venant du département Génie industriel de l'INSA de Lyon

Les travaux que nous présentons dans cette partie ont été réalisés en collaboration avec les membres du projet Learning Game Factory (LGF), regroupant des entreprises d'e-learning, de jeux vidéo et des laboratoires de recherche. Les membres du projet LGF ont pour but d'imaginer un environnement de conception mutualisé pour concevoir des LG. Cet environnement doit notamment aider les membres du projet à capitaliser et partager des composants logiciels entre eux et ainsi profiter mutuellement de leurs compétences complémentaires. Un des verrous du projet réside dans le fait que les membres souhaitent avoir un moyen de fournir des composants sans livrer le code source pour des raisons de confidentialité et de droits.

Dans la suite, nous présentons en détail uniquement les travaux pour lesquels nous avons tenu un rôle central. D'autres apports du projet sont détaillés par Bisognin *et al.* (2012) et Aguirre-Cervantes & Pernin (2011). Dans la première partie, nous allons faire rapidement le point sur les bases de données de composants dans le contexte des LG. Dans la deuxième partie, nous détaillerons les différents types de composants que les partenaires du projet LGF souhaitent capitaliser et partager. Une troisième partie sera consacrée au format standard des composants logiciels interopérables mis au point par les membres du projet. Dans la quatrième partie, nous proposons notre contribution: LOMFR-LG, un profil d'application de LOM adapté aux besoins particuliers des LG pour décrire les composants logiciels disponibles dans la base de données commune. Pour finir, nous discuterons les apports de notre contribution autour d'un cas d'utilisation concret.

3.3.1 Tour d'horizon sur la capitalisation de composants de Learning Game

Tout d'abord, il est important de noter qu'il existe quelques projets dont le but est de collecter et catégoriser des Serious Games. Citons, par exemple, le projet Serious Game Classification⁵⁹ qui ne compte pas moins de 2600 Serious Games ou encore Serious Game Initiative⁶⁰. Ces projets ne répondent pas à nos besoins pour deux raisons. D'abord, il s'agit de collection de Serious Games au sens large du terme et non de LG pour l'éducation. Certes, elles contiennent

⁵⁹ <http://serious.gameclassification.com>

⁶⁰ www.seriousgames.org

quelques LG, mais il n'y en a pas plus de 10% et ils sont noyés dans la masse. Ensuite, ces collections contiennent des LG entiers et non des composants logiciels de LG que les concepteurs pourraient paramétrer et intégrer dans leur propre formation. Ces projets sont d'excellentes vitrines pour les Serious Games et peuvent donner des idées aux concepteurs, mais elles ne sont pas adaptées à nos besoins de capitalisation et de partage de composants réutilisables.

Hourst & Thiagarajan (2007) proposent également un large éventail de « jeux-cadres » qui peuvent être adaptés aux différentes activités des formations classiques : débriefings, évaluations, réunions...

« Le concept de jeu-cadre, au départ, est de considérer un jeu comme une structure vide pouvant être remplie de différents contenus, permettant ainsi de l'adapter à de très nombreuses circonstances d'apprentissage, de réflexion, de recherche d'idées, de simulations, etc. ».

Cette bibliothèque représente une source abondante d'idées d'activités éprouvées dans le contexte de la formation et qui peuvent être utilisées dans de nombreux contextes. De plus, ces jeux sont prévus pour être utilisés sous la forme de jeu traditionnel (papier, crayon, cartes...), mais peuvent parfaitement s'appliquer à des LG sur ordinateur. Dans leur livre, Sauvé & Kaufman (2010) proposent d'ailleurs 2 composants logiciels de type jeux de l'oie, inspirés de ces jeux cadres. Malgré toutes ses qualités, la bibliothèque de Hourst & Thiagarajan (2007) ne répond que partiellement à nos besoins puisque les jeux proposés sont fournis sous la forme de descriptions purement textuelles et non sous la forme de composants logiciels.

Contrairement au domaine des LG, qui n'est pas encore arrivé à maturité, il existe de nombreux projets de capitalisation et de partage de ressources pour aider les concepteurs de formations dans le domaine des EIAH. Tout d'abord, beaucoup d'universités ont mis en place des bibliothèques de ressources pour l'enseignement comme la Télé Université du Québec⁶¹, les Universités Numériques Thématiques françaises⁶² et l'université d'Athabasca⁶³. Pour aider des enseignants à trouver les ressources qui répondent à leurs besoins, ces universités utilisent toutes des systèmes de métadonnées basés sur

61 www.teluq.quebec.ca

62 www.universites-numeriques.fr

63 <http://library.athabascau.ca>

LOM (*Learning Object Metadata*). Ces bases des données qui contiennent essentiellement des textes et des vidéos ne sont pas prévues pour supporter la capitalisation de composants logiciels comme nous le souhaitons. Nous nous inspirerons néanmoins de leur système de métadonnées que nous adapterons aux composants de LG.

Toujours dans le domaine des EIAH, le projet CREATE (*Component Repository and Environment for Assembly of Teaching Environment*) (Laleuf & Spalter, 2001) a donné naissance à une base de données contenant des composants logiciels pour les EIAH de granularité variée (boutons, chronomètre, composant de fenêtrage, moteur 3D...). Ce projet concorde partiellement avec nos besoins, car il permet de partager les codes sources de composants logiciels de petite granularité à l'usage des développeurs. Bien qu'il soit très important de collecter ce type de composants pour accélérer les processus de développement, nous souhaitons faire intervenir ce partage beaucoup plus tôt, lors de la création du LG. En d'autres termes, nous souhaitons partager des composants de haut niveau (minijeu complet, QCM, simulation...) qui puissent être compris et intégrés dans le jeu par l'expert pédagogique et le *game designer* lors de la phase de conception. De plus, cette base de données ne peut pas être utilisée dans le cadre du projet comme LGF car, comme nous l'avons signalé dans l'introduction, les fournisseurs ne souhaitent pas donner les codes sources de leurs composants, mais seulement vendre ou donner une licence d'exploitation.

Enfin, pendant sa thèse, Rebaï (2006) a mis en place une base de données de composants logiciels pour les EIAH et propose un nouveau schéma de métadonnées pour la description de ces composants. Dans la suite de notre travail, nous reprenons notamment sa typologie de composants à capitaliser.

3.3.2 Typologie de composants à capitaliser

Nous avons interrogé tous les membres du projet LGF à de multiples reprises pour comprendre leurs besoins et dresser une liste d'exemples de composants qu'ils aimeraient capitaliser et partager (la liste de composants se trouve dans l'annexe). Cette étude nous a permis de recenser trois types de composants : les **composants pédagogiques** qui proposent des interactivités pour favoriser des apprentissages, les **composants fonctionnels** qui offrent des services transversaux aux LG et les **éditeurs de composants** qui permettent

aux auteurs de paramétrer des interactivités en modifiant les contenus ou les règles. La typologie des composants que nous avons choisis s'appuie sur les trois catégories de composants logiciels réutilisables d'EIAH proposé par Rebaï (2006) : composant logiciel pédagogique (CLP), composant logiciel de service (CLS) et composant logiciel de fabrication (CLF). En revanche, nous n'avons pas repris la quatrième catégorie proposée : composant logiciel technique (CLT) qui « représentent des composants fournissant les mécanismes de base nécessaires au bon fonctionnement des CLP et CLS, dépourvu de pédagogie et de fonctionnalités de spécialité ». En effet, nous n'avons pas identifié le besoin de capitaliser ce type de microcomposants dans le contexte du projet.

3.3.2.1 Les composants pédagogiques

Les composants pédagogiques sont « des composants apportant une plus-value pédagogique. Ils participent au processus d'apprentissage humain en assurant des fonctionnalités pédagogiques ». (Rebaï, 2006)

Dans le contexte des LG, ces composants peuvent également intégrer des activités ludiques au service de la pédagogie. Il peut s'agir de minijeu de rôles, de mise en situation professionnelle, d'une simulation de situation de crise, d'une évaluation...

La Figure 29 montre trois composants : les deux de gauche, sont des minis minijeu (HAPPYneuron⁶⁴) dont le but pédagogique est par exemple d'augmenter les compétences cognitives de concentration et de mémorisation. Dans le premier, des images de mains en ombre chinoise s'affichent successivement à l'écran et le joueur doit dire s'il s'agit d'une main droite ou d'une main gauche le plus rapidement possible. Dans le deuxième minijeu, le joueur prend le rôle d'un serveur de restaurant qui doit mémoriser la commande d'une table. On lui demande ensuite d'effectuer des calculs simples pour le déconcentrer et ensuite, il doit restituer avec exactitude les plats et les boissons commandés par les clients. Le troisième composant est une mise en situation professionnelle (Daesign⁶⁵) qui entraîne les apprenants à mener un entretien avec un client en lui proposant des solutions adaptées à ses demandes. Ce composant vise à améliorer les

⁶⁴ www.happyneuron.fr

⁶⁵ www.daesign.com

compétences en technique d'entretien, proscrire certaines réactions déplacées et vérifier les connaissances de l'apprenant concernant les produits de l'entreprise.



Figure 29 : Exemples de composants pédagogiques

3.3.2.2 Les composants fonctionnels

Les **composants fonctionnels** sont « *des composants métier apportant une plus-value fonctionnelle dépourvue de pédagogie. Ils fournissent des services annexes aux composants pédagogiques ou aux utilisateurs de l'EIAH. Pour ces derniers, il offre une meilleure ergonomie et maniabilité de l'environnement* ». (Rebaï, 2006)

Ces composants forment une partie de l'interface ou des fonctionnalités du LG. Il peut s'agir de barres d'outils, d'outils de communication (chat, brainstorming), de géolocalisation (GPS), de planification (agenda, diagramme de Gantt), d'accessibilité (loupe, sous-titrage)... Il peut aussi s'agir de fonctionnalités d'aide et d'affichage de scores pour les apprenants. Ces composants d'affichage de score peuvent aussi être utilisés par les tuteurs, pendant le déroulement du jeu afin d'identifier des élèves en difficulté où trop en avance (Carron *et al.*, 2008). La Figure 30 montre sur la gauche le composant « barre d'outils » utilisés par tous les LG au département GI de l'INSA de Lyon⁶⁶. Le composant « camembert d'analyse » de Daesign donne des indications aux apprenants sur leur parcours d'apprentissage et l'image du téléphone représente la nouvelle génération de LG mobiles qui intègre souvent des outils de géolocalisation en temps réel (Daniel *et al.*, 2009).

⁶⁶ <http://liesp.insa-lyon.fr>



Figure 30 : Exemples de composants fonctionnels

3.3.2.3 Les éditeurs de composants

Il arrive que les concepteurs aient envie de réutiliser certains composants, mais avec différents paramétrages ou données pour répondre aux besoins de différents contextes d'utilisations. Pour ces composants, il est rentable de développer un outil d'édition pour paramétrer certaines variables sans avoir à modifier le code source. Il peut s'agir de QCM, de puzzles, de mots croisés (Figure 31)... Il peut même être possible de modifier le fonctionnement et le mécanisme interne comme le mode de jeu (simple ou multi-utilisateurs), changer le niveau de difficulté, la disponibilité des aides ou les règles de calcul des scores.

Les éditeurs de composants sont des « composants métier servant à construire et modifier des ressources pédagogiques ou des objets pédagogiques. Généralement, ce type de composants n'intervient pas lors de l'exploitation de l'EIAH mais, en amont, lors de la construction et de la préparation des cursus de formation. » (Rebai, 2006)



Figure 31 : Exemples de composants génériques

3.3.3 Format standard des composants

Pour des raisons de confidentialité et de droit, les fournisseurs de composants ne désirent pas toujours rendre le code source des composants disponibles, mais veulent néanmoins pouvoir les paramétrer et les intégrer à leur propre LG. Pour répondre à ces besoins d'interopérabilité, les membres du projet LGF ont défini un format standard de composants de LG (Aguirre-Cervantes & Pernin, 2011;

Bisognin *et al.*, 2012) (Figure 32). Le fonctionnement interne du composant reste confidentiel, mais il doit mettre à disposition 4 connecteurs qui permettent de :

- **moissonner** les informations sur le composant grâce aux métadonnées de description (dans la deuxième partie de ce chapitre nous proposerons des métadonnées adaptées aux besoins spécifiques de ces composants)
- **paramétrer** le composant avant de l'intégrer au LG (changer le contenu ou l'interface)
- **adapter** le déroulement des activités du composant à l'exécution du LG (ajuster le niveau de difficulté à la volée en fonction des résultats précédents des étudiants)
- **observer** les variables internes du composant et les traces laissées par l'apprenant (les scores et le temps passé sur le composant)

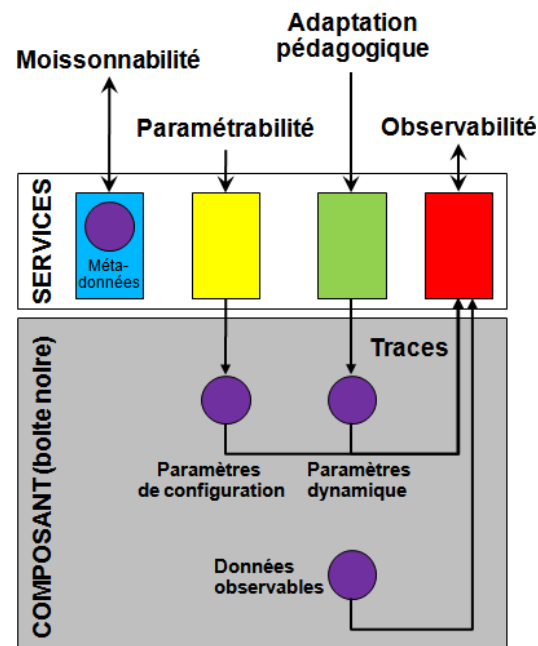


Figure 32 : Format standard d'un composant LGF avec ses quatre services (Aguirre-Cervantes & Pernin, 2011)

Nous avons décrit les différents types de composants logiciels que les concepteurs peuvent vouloir capitaliser. Nous proposons maintenant un schéma de métadonnées pour les décrire et pour aider des concepteurs à trouver rapidement les composants répondant à chacun de leurs besoins.

3.3.4 État de l'art sur les métadonnées

Dans cette partie, nous allons décrire les normes et standards existants pour les métadonnées dans le domaine de la formation en ligne et comment ils peuvent être repris et modifiés pour les besoins spécifiques des LG. Il existe également d'autres normes comme MPEG-21⁶⁷ par exemple, dont le but est de faciliter l'interopérabilité et la gestion d'applications numériques mais nous n'en parlerons pas puisqu'elles ne permettent pas de décrire des caractéristiques pédagogiques des composants qui nous intéressent.

3.3.4.1 Le standard LOM : Learning Object Metadata

LOM, acronyme de Learning Object Metadata, est un standard conçu en 2002 par le comité international IEEE-LTSC-LOM. Il est utilisé au niveau international pour décrire et indexer les contenus dans les systèmes de gestion de contenus de formation (CMS et LCMS) (Harman & Koochang, 2007). Il garantit notamment l'interopérabilité des systèmes de référencement et facilite les échanges de ressources pédagogiques.

L'apport de LOM est la définition d'une soixantaine de champs organisés en neuf catégories et permettant de décrire de façon précise et uniforme toute ressource pédagogique :

- Général : regroupe les caractéristiques d'une ressource qui sont indépendantes du contexte d'utilisation (titre, langue, description, etc.).
- Life Cycle : l'état actuel d'une ressource et qui y a contribué durant son évolution (version, entités contributives, etc.).
- Meta-Metadata : données détaillant la fiche descriptive elle-même plutôt qu'une ressource.
- Technical : caractéristiques techniques d'une ressource (format, taille, localisation...).
- Educational : caractéristiques pédagogiques d'une ressource (type de ressource, rôle de l'utilisateur, contexte d'utilisation...).
- Rights : conditions d'utilisation d'une ressource (coûts, droits d'auteur, etc.).
- Relation : relation entre une ressource et d'autres ressources.

⁶⁷ <http://mpeg.chiariglione.org/standards/mpeg-21/mpeg-21.htm>

- Annotation : commentaires sur l'utilisation pédagogique d'une ressource.
- Classification : localisation d'une ressource dans un certain système de classification.

Plus de détails sont donnés dans (De La Passardière & Grandbastien, 2003) ou sur le site officiel (LOM, 2002).

Mais LOM est avant tout un standard pratique pour les échanges informatiques et les champs de description ne correspondent pas toujours complètement aux besoins effectifs des utilisateurs. C'est pourquoi, dans les années qui suivirent sa sortie, les documentalistes se sont appropriés ce standard en créant différents « profils d'applications ». Il s'agit d'interpréter, de raffiner, d'étendre ou parfois même de simplifier les syntaxes et la sémantique de LOM pour s'adapter à un contexte d'application particulier.

3.3.4.2 La norme LOMFR : Learning Object Metadata France

Des documentalistes français sont à l'initiative du profil d'application LOMFR⁶⁸. Ils souhaitent un cadre de travail en cohérence avec le système éducatif français tout en préservant la conformité avec les règles de description définies au niveau international. Ce profil d'application a été normalisé par l'AFNOR en décembre 2006 et apporte concrètement les modifications suivantes :

- La traduction de l'ensemble du vocabulaire de LOM de l'anglais vers le français.
- La définition de champs obligatoires.
- L'ajout de 3 nouveaux éléments dans les catégories générale et pédagogique :
 - 1.10. Type documentaire (ressource interactive, service, son, texte...)
 - 5.12. Activité induite (apprendre, collaborer, observer, simuler, s'évaluer...)
 - 5.13. Validité des acquis (nombre de crédits validés)
- La reformulation de certaines listes de valeurs comme le niveau du public cible pour mieux s'adapter au contexte français.

68 www.lom-fr.org

- La suppression de certains éléments dans la catégorie pédagogique : le type d'interactivité, le niveau d'interaction et la densité sémantique.

LOMFR apporte notamment une modification assez importante de la catégorie pédagogique. Les éléments jugés superflus ou trop subjectifs ont été supprimés au profit de nouveaux éléments qui portent sur l'activité induite et la validation des compétences.

3.3.4.3 Les profils d'application de la norme LOMFR

SupLOMFR⁶⁹ est une adaptation de LOMFR pour tenir compte de besoins spécifiques aux établissements d'enseignement supérieur et aux universités numériques thématiques (Thibault, 2006). Elle apporte la définition d'encore plus de champs obligatoires et l'ajout de vocabulaire plus précis dans certaines listes comme le niveau d'étude. Dans le même esprit, une équipe travaille sur l'adaptation ScolLOM⁷⁰ pour les ressources des Collèges-Lycées français. Mais on trouve également de nombreux autres profils d'application pour s'adapter aux spécificités d'un pays ou d'une région (CanCore au Canada, Normetic au Québec, RESPEL en Belgique...) ou d'un domaine d'application (supérieur, militaire...) (Conlan & Wade, 2001).

3.3.4.4 Notre contribution : un profil d'application de LOMFR pour les LG

Nous cherchons à définir un schéma de métadonnées pour décrire les composants de LG afin qu'ils puissent être facilement retrouvés dans des bases de données communes ou partagées. Nous voulons aussi pouvoir les intégrer aux formations e-learning existantes.

Nous avons vu que le standard LOM est utilisé pour de nombreuses bases de données en EIAH. Si nous voulons intégrer les composants de LG aux formations existantes, il est donc indispensable d'avoir une description des métadonnées qui soit au moins celle du LOM.

De plus, dans un contexte français, la norme LOMFR répond à nos besoins sur plusieurs plans. D'abord, les modifications apportées à la catégorie pédagogique sont pertinentes pour décrire au mieux les LG sur le plan pédagogique puisqu'elles apportent plus

⁶⁹ www.sup.lomfr.fr

⁷⁰ www.lom-fr.fr/scolomfr

d'information le type d'activité et la validation des compétences. Ensuite, LOMFR rend certains champs obligatoires, ce qui assure un niveau de description homogène pour mieux répondre aux critères de recherche. Enfin, nous voulons une spécification qui puisse être utilisée à tous les niveaux de formation donc les ajouts de supLOMFR ne sont pas adaptés. La norme LOMFR s'impose donc comme la base idéale sur laquelle bâtir un nouveau profil d'application pour les LG.

Cependant, les champs de LOMFR ne suffisent pas à décrire les caractéristiques de jeux spécifiques aux LG comme le type de jeu ou les mécanismes ludiques utilisés. Ces caractéristiques sont pourtant des critères de recherche significatifs pour un enseignant ou une entreprise qui veut trouver un LG.

De plus, nous avons vu que les composants logiciels à capitaliser sont de différents types (pédagogique, fonctionnel, éditeur). Ces différentes typologies sont également des critères de recherche très importants et doivent donc aussi être ajoutées aux métadonnées.

Enfin, il est indispensable d'avoir des informations concernant les caractéristiques d'intégration des composants de LG dans la formation globale. En effet, en tant que maillon de la chaîne, un composant LG devrait être un minimum paramétrable (niveau de difficulté, compétences venant d'être validées...) et, à la fin de son exécution, il devrait renvoyer des informations sur le joueur (score, temps...). Lors de la recherche de composants, les auteurs de formation ont donc besoin de connaître ce genre d'information.

Pour répondre à ces contraintes, nous proposons LOMFR-LG : un nouveau profil d'application de LOMFR pour les LG. Ce profil, que nous décrivons dans la suite, comporte tous les éléments de LOMFR auxquels nous ajoutons :

- des éléments de description pour les caractéristiques ludiques du composant de LG,
- le type de composant de LG,
- les caractéristiques d'intégration du composant de LG dans la formation.

3.3.5 Proposition du schéma de métadonnée LOMFR-LG

Les champs que nous proposons pour LOMFR-LG sont issus d'un travail itératif et participatif avec les membres du projet LGF qui, nous pensons, sont représentatifs de la communauté des concepteurs de LG.

Une première version de LOMFR-LG a été élaborée avec l'aide de deux membres du projet (Marfisi-Schottman *et al.*, 2011). Initialement, nous avons choisi une description bien plus fine et détaillée pour les composants. Cette version a été complétée et validée lors d'une réunion plénière avec tous les membres du projet. Nous avons ensuite mis au point un prototype de l'interface pour la recherche de composants par mots clés et avec lequel les concepteurs pouvaient faire des recherches plus poussées en spécifiant certaines propriétés. Nous avons demandé à trois de membres du projet de simuler une recherche des composants en parlant à voix haute pour comprendre ce qu'ils voulaient faire. C'est à ce moment que nous nous sommes rendu compte que cette première version des métadonnées était beaucoup trop détaillée et que le vocabulaire choisi était trop technique. En effet, ces personnes ont besoin d'outils de recherche simples et intuitifs. La plupart du temps, ils ne savent pas exactement ce qu'ils cherchent puisqu'ils ne savent pas ce qui est disponible ! Il est donc inadapté d'utiliser une typologie détaillée décrite avec un vocabulaire d'experts. Il faut raisonner en termes de questions simples que se pose un chercheur de composants : quels sont les composants éducatifs que je veux utiliser dans mon LG ? Quelles sont les fonctionnalités dont j'ai besoin ? Y a-t-il des composants que je peux rapidement modifier et paramétrer à mes besoins ?

À trois reprises, les champs de métadonnées proposés ont été testés, sélectionnés, modifiés, simplifiés et regroupés pour arriver aux champs essentiels pour satisfaire les critères de recherche des concepteurs.

Avant de décrire les nouveaux champs que nous proposons d'ajouter à LOMFR, regardons comment il est possible de décrire les composants de LG avec les champs déjà existants dans cette norme.

3.3.5.1 Maximiser l'utilisation des champs de LOMFR pour les LG

Voici quelques recommandations pour utiliser au mieux les champs et le vocabulaire définis par LOMFR pour décrire les caractéristiques des LG.

Comment décrire les caractéristiques pédagogiques des LG ?

Les champs supplémentaires ajoutés par LOMFR répondent parfaitement à ces besoins. Voici les champs et les valeurs qu'il faut sélectionner pour les LG :

- 5.2. Type documentaire = choisir « ressource interactive »
- 5.12. Activité induite = choix parmi « apprendre », « collaborer », « simuler », « s'évaluer »... Il s'agit ici de définir la fonction pédagogique du composant au sein de la formation. Nous ajoutons une catégorie spécifique pour décrire l'activité ludique du composant.

Comment décrire les caractéristiques techniques des LG ?

Toutes ces informations sont à renseigner dans la catégorie 4. Technique de LOM.

- 4.1. Format = choix parmi les formats de la liste IANA⁷¹ « application/x-shockwave-flash », « applefile », « mp4 »...
- 4.3. Localisation = rentrer l'URL du composant
- 4.4. Exigences techniques = spécifier tous les programmes nécessaires à l'exécution du composant

Comment décrire les éditeurs de composants ?

Il s'agit bien ici d'outils auteurs proposés aux enseignants ou aux programmeurs pour créer de façon plus rapide des composants adaptés à leurs besoins spécifiques.

- 5.5. Public cible = choix parmi « auteur » et/ou « enseignant »
- 2.3. Contribution = choisir « auteur » pour l'éditeur de composant et « fournisseur de contenu » pour les composants créés avec cet éditeur.

⁷¹ www.iana.org/assignments/media-types

- 7.1 Type de relation = choisir « est la base pour » pour l'éditeur ou « est basé sur » pour les composants créés avec cet éditeur.

Comment spécifier le prix du composant ?

LOM prévoit la catégorie « Rights » dans lequel les fournisseurs peuvent indiquer les conditions d'utilisation du composant.

- 6.1. Coût = choix parmi « oui » et « non »
- 6.2. Propriété intellectuelle = choix parmi « oui » et « non »
- 6.3. Description = spécifier, en texte libre, la licence utilisé.

Dans le cadre du projet LGF, les entreprises souhaitent majoritairement vendre une licence d'utilisation. Le coût de cette licence est à convenir entre les partenaires. La base de données LGF que nous proposons peut aussi être une base pour l'échange de composants libres, dont la licence d'utilisation et le code sont gratuits. A l'image de la plateforme ARIADNE⁷² qui contient des ressources pour l'enseignement, nous pourrions également donner un accès gratuit pour les partenaires qui ajoutent des ressources dans la base.

Enfin, si les fournisseurs de composants souhaitent déposer leurs composants de LG dans d'autres bases de données comme celle des Universités Numérique Thématique⁷³ par exemple, nous leur conseillons de remplir tous les champs pour lesquels la valeur dépend des données ajoutées par les enseignants (1.3. Langue, 5.6. Niveau, 5.7. Âge...) avec tout l'éventail de valeurs possibles. En effet, de nombreux moteurs de recherche, et notamment tous ceux des UNT, montrent uniquement les composants qui possèdent les valeurs recherchées. C'est-à-dire que si le champ 5.6. Niveau est vide, l'éditeur de composant n'apparaîtra pas si l'enseignant fait une recherche en précisant le niveau voulu.

Les champs de LOMFR ne suffisent cependant pas à décrire les particularités des composants de LG comme les caractéristiques de jeu ou les caractéristiques d'intégration des éléments dans la formation. Ces attributs étant des critères de recherche importants pour les auteurs,

⁷² www.ariadne-eu.org

⁷³ www.educnet.education.fr/superieur/unt

nous proposons d'ajouter de nouveaux champs pour les intégrer aux métadonnées.

3.3.5.2 Ajout des caractéristiques de jeux

Nous proposons d'ajouter des champs spécifiques aux caractéristiques de jeu à la catégorie **5. Pédagogique** de LOM.

N	Nom	Valeur	N	Obligation
5.14	Type de jeu Les valeurs possibles sont une synthèse des types de jeu proposée par Prensky, (2000) et Crawford, (1982).	Texte libre avec liste de propositions : - action - gestion - aventure - stratégie - jeux de rôle	n	Conseillé
5.15	Présence du tuteur	Liste fermée - obligatoire - non requise - conseillée	1	Facultatif
5.16	Rejouabilité :			
5.16.1	-Valeur	Liste fermée - oui - non	1	Facultatif
5.16.2	-Description	Texte libre	1	Facultatif
5.17	Motivation de jeu Les valeurs possibles sont issues des travaux de Callois (1992), de Mariais (2012) auquel nous avons ajouté la curiosité et la fascination identifiées comme étant des motivations de jeu dans plusieurs des composants LGF.	Texte libre avec liste de propositions : - hasard - compétition - mimétisme - vertige - reconnaissance - collaboration - curiosité - fascination	n	Facultatif

Tableau 6 : nouveaux champs dans la catégorie 5. Pédagogique

3.3.5.3 Ajout des caractéristiques d'intégration à une formation e-learning

Le projet LGF a montré qu'afin de bien intégrer les composants LG dans une formation, il est souhaitable de pouvoir les paramétrer avant leur lancement, par exemple en fonction du profil de l'apprenant et de son historique dans le jeu. De la même façon, après l'exécution du composant, la plateforme de formation doit pouvoir récupérer les traces d'utilisation nécessaires à la mise à jour du profil de

l'apprenant et de son parcours. Ainsi, un modèle de composants de LG a été défini dans le cadre du projet LGF pour définir des paramètres en entrée (niveau de difficulté, compétences venant d'être validés par l'apprenant...), pour renvoyer des traces et des données après son exécution (scores, temps de complétion) et pour permettre, si possible, d'apporter des modifications pendant son déroulement (accroître la difficulté, faire apparaître une aide...) (Bisognin *et al.*, 2012).

Pour prendre en compte ces caractéristiques essentielles pour le projet LGF, nous proposons d'ajouter une nouvelle catégorie, séparée des autres : 10. Intégration à la formation. Celle-ci contient les informations sur le type de composant et les caractéristiques d'intégration à une formation.

N°	Nom	Valeur	N	Obligation
10.1	Type de composant	- Pédagogique - Fonctionnel - Éditeur de composants	1	Obligatoire
10.2	Paramètres possibles Ce champ concerne surtout les éditeurs de composants	Texte libre avec liste de propositions : - Adaptation de la présentation (couleurs, images, layout...) - Adaptation du contenu (donnée, texte...) - Adaptation du comportement (mécanisme de jeu, niveau de difficulté...)	n	Facultatif
10.3	Éléments observables Données remontées à la plateforme de formation.	Liste fermée : - Score - Taux de complétion - Autre donnée d'analyse	n	Facultatif
10.4	Indicateurs d'analyse Données qui peuvent être remontées aux enseignants pour améliorer la qualité de la formation.	Texte libre avec liste de propositions : - Taux de complétion - Exactitude des réponses - Temps de réflexion - Utilisation d'outils (aide, chat, calculatrice...) - Temps de pause - Statistique sur les scores d'un groupe - Nombre de joueurs ayant joué - Nombre de Game over	n	Facultatif

Tableau 7 : Champs de la nouvelle catégorie 10. Intégration à la formation LGF

Avec ces informations, les auteurs pourront ainsi chercher les composants les mieux adaptés à leurs besoins. Par exemple, s'ils souhaitent suivre la progression du joueur de près, ils chercheront uniquement les composants qui renvoient des informations sur le score. Si les auteurs veulent s'assurer de la qualité pédagogique de leur formation, il est judicieux de choisir des composants qui renvoient des données d'analyse comme le pourcentage de réussite ou les traces des communications entre joueurs (chat). De même, s'ils souhaitent avoir un look & feel homogène tout au long de leur formation, ils chercheront des composants avec une présentation (couleur, images, layout...) paramétrable.

3.3.6 Cas d'utilisation de LOMFR-LG

LOMFR-LG a été testé par 6 membres du projet LGF. Chaque partenaire devait décrire ses composants de LG avec les métadonnées LOMFR-LG et les mettre sur un serveur accessible (Bisognin *et al.*, 2012). Les plateformes d'assistance à la conception (étoiles dans la Figure 33), comme la plateforme LEGADEE, que nous proposerons dans le chapitre 5, moissonnent les bases de données de chaque partenaire et récupèrent les métadonnées des composants mis à disposition ; les auteurs accèdent ainsi la liste complète des composants disponibles.

3.3.6.1 Moissonnage des bases de données de composants

Pour cette opération, les partenaires du projet LGF ont choisi le protocole OAI-PMH (*Open Archives Initiative's Protocol for Metadata Harvesting*) (Lagoze & Sompel, 2001). Ce protocole, largement répandu, possède un langage de requête simple sous forme d'URL (adresse de base de l'entrepôt suivi d'une requête d'interrogation).

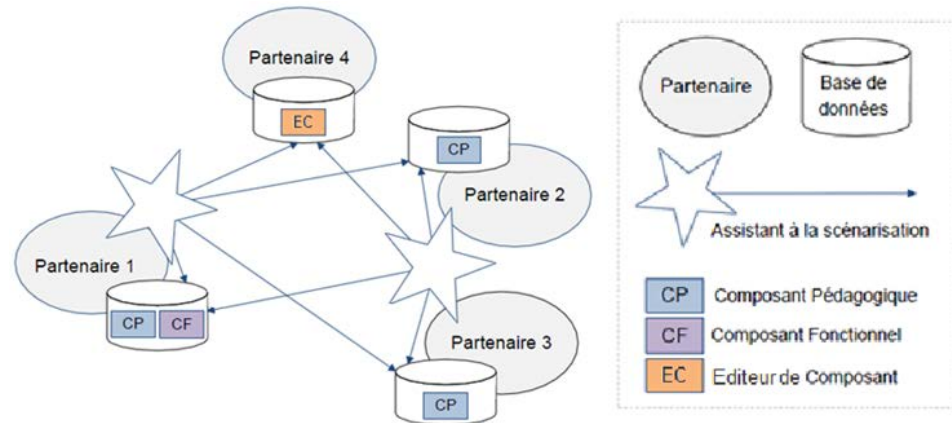


Figure 33 : Moissonnage des bases d'éléments réutilisables

3.3.6.2 Éditeur de métadonnées

Pour rendre la tâche des fournisseurs de composants plus facile, nous avons développé LomPad-LG, un éditeur de métadonnées Figure 34 (téléchargeable sur le site du laboratoire⁷⁴). Il s'agit d'une extension de l'outil open source LomPad⁷⁵ développé par le LICEF. Cet éditeur donne la possibilité de cacher les éléments optionnels et génère des fichiers XML de métadonnées automatiquement.

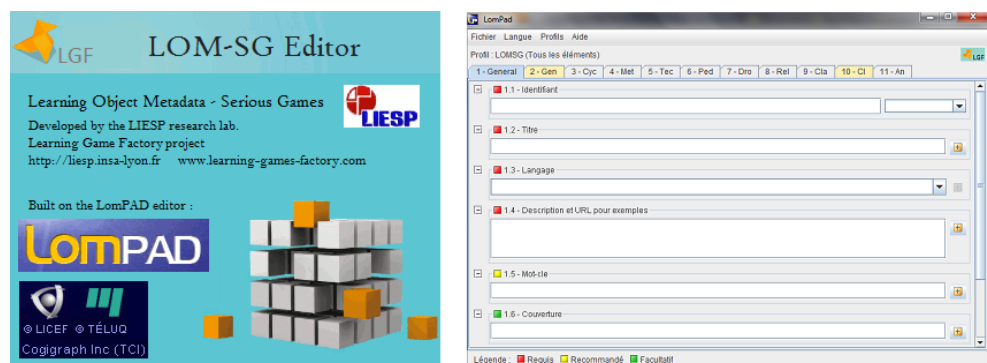


Figure 34 : Editeur LomPad-LG développé

3.3.6.3 Validation de LOM-LG

Le fait d'utiliser LOMFR-LG sur un cas concret nous a permis de valider le vocabulaire et les champs ajoutés. Après une courte présentation du vocabulaire, 6 partenaires de LGF ont réussi à décrire leurs composants de LG avec LomPad-LG. Chaque partenaire devait dé-

⁷⁴ <https://liris.cnrs.fr/legadee/LomPadLG/LomPadLG.exe>

⁷⁵ <http://helios.liceef.ca:8080/LomPad>

crire au moins 1 de ses composants. Ils ont réussi à décrire chaque composant en moins de 10 minutes et ils ont tous renseigné les informations obligatoires (type de composants, identifiant, titre, langage, URL et format du composant) ainsi que les informations sur les droits d'utilisation. Dans l'ensemble, ils se sont donc tenus au minimum d'information requis sans prendre le temps d'aller plus loin. Après discussion avec les personnes qui avaient rempli les métadonnées, il est apparu que c'était l'éditeur qui était en cause. En effet, la présentation sous forme d'onglet et la multitude de champs vides donnent la sensation d'un « travail insurmontable ». Une amélioration future serait donc de fournir une interface simplifiée sous la forme d'une page web, sans onglets et qui présente, en premier lieu, uniquement les champs que nous estimons les plus importants. Il sera toutefois indispensable de garder une version complète pour les personnes souhaitant aller plus loin. De plus, nous voudrions ajouter des précisions et des exemples directement sur l'éditeur pour faciliter le travail de saisie. L'éditeur de métadonnées ORI-OAI-MD-EDITOR⁷⁶ intègre déjà ces fonctionnalités et nous avons déjà pris contact avec les auteurs afin de mettre au point une nouvelle version.

3.3.7 Perspectives concernant la réutilisation de composants logiciels

Nous avons mis en avant le besoin d'avoir une méthode normalisée pour décrire les composants de LG. L'étude des différents schémas de métadonnée existants (LOM, LOMFR...) montre qu'ils ne couvrent pas tout à fait les caractéristiques spécifiques des LG. Nous proposons donc LOMFR-LG, un profil d'application de LOM qui reprend les ajouts de LOMFR auxquels nous avons ajouté de nouveaux champs spécifiques aux LG. L'utilisation de ce nouveau profil sur le terrain, pour capitaliser et échanger des composants de différents organismes au sein d'un projet nous a permis de valider le vocabulaire et les champs ajoutés. Lors de ce premier usage, nous avons également pu noter un certain nombre d'améliorations à apporter à notre éditeur pour faciliter la saisie des métadonnées.

Dans un futur proche, nous voulons valider les champs spécifiques aux LG ajoutés dans LOMFR-LG par un usage plus large. Nous espérons également partager nos classifications avec les com-

⁷⁶ <http://ori-oai-demo.insa-lyon.fr:8186/ori-oai-md-editor/fr>

munautés e-learning et du jeu vidéo. En effet, nous partageons les mêmes intérêts à développer des outils avec une architecture de composants interchangeableables, mais cette méthode ne devient efficace qu'à partir du moment où elle est largement répandue et qu'il y a suffisamment de composants (Roschelle *et al.*, 1999). Dans un premier temps, nous voulons ajouter les classifications communes sur la plateforme communautaire e-learning PALOMA (Paquette, 2005).

SYNTHÈSE

Dans ce chapitre, nous proposons des solutions pour aider les différents acteurs qui interviennent lors de la création de LG, occupant des rôles complémentaires à **collaborer de façon rapide et efficace**.

Dans la première partie, nous présentons une description des différents rôles des acteurs intervenant dans la création un LG : client, expert du domaine, cogniticien, expert pédagogique, game designer, screen designer, codeur, graphistes, tuteurs, apprenants... Nous proposons ensuite une **méthodologie globale de création** qui comprend 7 grandes phases pour aider ces acteurs à collaborer de façon rapide et efficace :

- I. Identification des besoins du client
- II. Spécification des objectifs pédagogiques
- III. Conception
- IV. Contrôle qualité
- V. Réalisation
- VI. Test sur public cible
- VII. Utilisation et maintenance

Dans la deuxième partie, nous proposons un **processus détaillé pour la phase de conception** qui pose souvent des problèmes de collaboration notamment entre les acteurs qui ont pour rôle de veiller à l'apport éducatif du LG et ceux qui ont pour rôle d'imaginer un LG ludique et attractif.

- III.0. Spécification des objectifs pédagogiques
- III.1. Choix du modèle de scénario
- III.2. Description générale du Learning Game
- III.3. Recherche de composants logiciels
- III.4. Description détaillée du Learning Game
- III.5. Contrôle de l'apport pédagogique
- III.6. Spécification détaillée des écrans

Enfin, dans la troisième partie de ce chapitre, nous nous intéressons à une des caractéristiques phares de notre méthodologie, c'est-à-dire le fait qu'elle préconise la capitalisation et la réutilisation de composants logiciels. Pour faciliter cette la capitalisation nous proposons le **schéma de métadonnées LOMFR-LG** qui permet de décrire les spécificités des composants de LG, mais surtout de faciliter la recherche de composants adaptés à toutes les situations.

Chapitre 4. Proposition d'un modèle de scénarisation de Learning Games

4.1 Modélisation spécifique des objectifs pédagogiques.....	149
4.1.1 Définition d'une compétence métier	149
4.1.2 Description des objectifs pédagogiques	152
4.1.3 Exemple – Modélisation des objectifs pédagogiques de Samoulean.....	153
4.2 Modélisation de la structuration pédagogique	156
4.2.1 Caractéristiques de la structuration pédagogique.....	156
4.2.2 Exemple – Modélisation de la structuration pédagogique de Samoulean.....	158
4.3 Modélisation du scénario de mise en scène ludique.....	159
4.3.1 Caractéristiques du scénario de mise en scène ludique.....	159
4.3.2 Exemple – Modélisation du scénario de Samoulean.....	164
4.4 Modélisation des éléments optionnels du Learning Game	164
4.4.1 Éléments liés à la structuration pédagogique	165
4.4.2 Éléments liés à la scénarisation de mise en scène ludique.....	166
4.4.3 Éléments transversaux	166
4.4.4 Indicateurs pour vérifier l'adéquation du LG avec les besoins des clients	167

Comme nous l'avons montré dans le chapitre 1, la création d'un « bon » LG implique la scénarisation d'activités pédagogiques intimement tissées au scénario du jeu (Habgood, 2007; Szilas & Sutter Widmer, 2009; Lepper & Malone, 1987; Ryan & Deci, 2000). Cette scénarisation a lieu pendant la phase de conception d'un LG, identifiée dans le chapitre 3, et elle implique les acteurs ayant les rôles d'expert pédagogique, de *game designer* et de *screen designers*. Comme énoncé dans le chapitre 1, le deuxième objectif de cette thèse est de proposer des solutions pour aider ces concepteurs à accomplir une telle scénarisation:

→ **Objectif B : faciliter la scénarisation de LG, c'est-à-dire aider l'équipe de concepteurs à imaginer des LG qui soient à la fois ludiques et attractifs tout en conservant le fort potentiel éducatif indispensable à la formation.**

Dans le chapitre 2, nous avons décomposé cet objectif en sous-objectifs plus spécifiques :

- **Sous-objectif B1** : assister la structuration pédagogique
- **Sous-objectif B2** : assister la conception de scénarios d'activités ludiques au service de la formation
- **Sous-objectif B3** : faciliter la rédaction de spécifications claires pour l'équipe de développement

Lors de notre état de l'art dans le chapitre 2, nous avons analysé une dizaine de modèles de scénario issus des domaines de l'e-learning et des LG ainsi que les techniques utilisées dans les entreprises de jeu vidéo pour stimuler l'imagination d'activités ludiques. Cet état de l'art nous a permis de dresser une liste de caractéristiques qui nous semblent primordiales pour répondre à chacun de nos sous-objectifs :

- modélisation standardisée et échangeable
- modélisation du scénario avec grains variables
- modélisation du lien entre les objectifs pédagogiques et les activités du scénario
- modélisation du scénario de jeu pour communiquer
- modélisation des liens entre les éléments pédagogiques et le jeu
- modélisation des interactions des écrans
- maquettage des écrans

- description des personnages du jeu
- association des personnages aux écrans

Pour intégrer toutes ces caractéristiques, nous proposons un modèle en trois niveaux de granularité successifs qui représente d'un côté la structuration pédagogique conçue par l'expert pédagogique et de l'autre, le scénario de mise en scène ludique imaginé par le *game designer*. Ainsi les deux concepteurs principaux ont chacun un espace de travail séparé, mais lié, dans lequel ils peuvent s'exprimer librement et aussi travailler de façon collaborative. Dans le cas d'un concepteur unique qui détiendrait les rôles d'expert pédagogique et de *game designer*, cela l'incite à modéliser de façon aussi complète les deux dimensions.

Dans la première partie de ce chapitre, nous définissons notre **modélisation spécifique des objectifs pédagogiques**. En effet, dans le contexte particulier de nos recherches, les LG sont utilisés pour faire acquérir des compétences métiers aux apprenants. Nous définissons donc ce que nous entendons par ce terme et comment ces compétences rentrent dans la définition des objectifs pédagogiques du LG.

Dans la deuxième partie, nous définissons la **modélisation de la structure pédagogique** utilisée par l'expert pédagogique pour structurer et planifier les activités qu'il veut intégrer à la formation. La modélisation que nous proposons se compose de trois niveaux de granularité et se veut standardisée et échangeable. Elle modélise également les liens entre les objectifs pédagogiques et les activités du scénario pour aider l'expert pédagogique à intégrer toutes les compétences ciblées dans sa formation sans en oublier.

Dans la troisième partie, nous proposons une **modélisation pour le scénario de mise en scène ludique** utilisée par le *game designer* pour imaginer une mise en scène de chaque activité pédagogique. Le but premier de cette modélisation est d'aider de *game designer* à scénariser un jeu et à communiquer avec l'expert pédagogique pour concevoir un scénario ludique qui soit réellement au service de l'apprentissage. Pour faciliter cette collaboration, notre modélisation représente également les liens entre les éléments pédagogiques et les éléments du jeu. De plus, afin d'aider de *screen designer* à produire des spécifications claires pour l'équipe de réalisation, notre modélisation descend jusqu'à une granularité très fine qui permet de modéliser l'interface et les interactions de chaque écran du jeu.

Enfin, nous parlerons de la **modélisation des éléments optionnels** comme les personnages et les lieux du jeu qui peuvent s'ajouter aux éléments du scénario et notamment aux écrans pour donner plus de détails au LG.

Afin de décrire le modèle que nous proposons, nous allons suivre la conception d'un LG étape par étape selon le processus de conception proposé dans le chapitre 3. Pour cet exemple, nous avons choisi le LG **Samoulean**⁷⁷ conçu à l'INSA de Lyon pour la formation continue du département Génie Industriel. Ce LG a pour objectif d'enseigner les méthodes du *Lean management* aux futurs ingénieurs.

Le *Lean management* est une approche systémique pour éliminer les gaspillages qui réduisent l'efficacité et la performance d'une entreprise. Le but est de supprimer les opérations qui n'apportent pas de valeur ajoutée pour le client. Durant le LG Samoulean, les apprenants vont devoir s'attaquer aux différentes formes de gaspillage sur le cas d'une entreprise en faillite : la surproduction, les attentes, les productions défectueuses, les mouvements inutiles, les stocks...

4.1 Modélisation spécifique des objectifs pédagogiques

Dans cette partie, nous allons proposer une modélisation spécifique des objectifs pédagogiques pour les formations qui visent à faire acquérir des compétences métier, comme c'est le cas pour les LG que nous étudions. Nous proposons, dans un premier temps, une définition d'une compétence métier. Nous reprendrons ensuite cette définition pour proposer une modélisation des objectifs pédagogiques de LG. Enfin, nous utiliserons cette modélisation pour représenter les objectifs pédagogiques de notre exemple ; le LG Samoulean.

4.1.1 Définition d'une compétence métier

Comme nous l'avons défini dans le chapitre 1, notre contexte d'étude nous a amené à travailler sur des LG qui aident les apprenants à acquérir des **compétences métiers**. Dans un premier temps, nous allons définir ce que nous entendons par ce terme.

⁷⁷ La version bêta est disponible sur <http://gipc25.insa-lyon.fr/samoulean2>.

Dans son décret du 11 juillet 2006 le Ministère de l'Éducation Nationale (2006) définit une compétence comme :

« [...] une combinaison de connaissances fondamentales pour notre temps, de capacités à les mettre en œuvre dans des situations variées, mais aussi d'attitudes indispensables tout au long de la vie [...] ».

Cette définition rejoint celle de Lasnier (2005) qui définit la compétence de façon encore plus précise :

« une compétence est un savoir-agir complexe résultant de l'intégration, de la mobilisation et de l'agencement d'un ensemble de capacités et d'habiletés (pouvant être d'ordre cognitif, affectif, psychomoteur ou social) et de connaissances (connaissances déclaratives) utilisées efficacement, dans des situations ayant un caractère commun ».

Beaucoup d'autres ouvrages proposent des définitions de la compétence (Paquette *et al.*, 2002; Augereau & Risetti, 2004). Les termes choisis sont variés, mais les propositions véhiculent l'idée qu'une compétence est composée de trois types d'éléments (Durant, 2007) :

- **Savoirs** : connaissances déclaratives qui peuvent être du contenu ou des règles (ex. connaître la table de multiplication).
- **Savoir-faire** : connaissances procédurales ou la capacité à faire des actions ou une combinaison d'opérations mentales pour résoudre un problème (ex. savoir poser une multiplication). Ces connaissances englobent également le fait de savoir mobiliser ses savoirs au bon moment et dans les bonnes situations.
- **Savoir-être** : attitudes d'avoir un bon comportement vis-à-vis d'une situation et d'un contexte social (ex. respecter des consignes données par l'enseignant ou ne pas déranger les camarades).

En ce qui concerne les LG conçus et utilisés par l'INSA, il est souvent difficile de faire la distinction entre les savoirs théoriques et les savoir-faire. En effet, les apprenants sont amenés à utiliser leurs savoirs théoriques (souvent vu en cours auparavant) pendant leur processus de réflexion pour réussir leur mission. Ainsi, le savoir « connaître les étapes d'un diagnostic d'entreprise » est entremêlé au savoir-faire « être capable de mener un diagnostic d'entreprise ». Dans

notre contexte, les savoirs et les savoir-faire sont donc souvent en relation très étroite.

Les LG conçus à l'INSA donnent aussi beaucoup d'importance aux savoir-être (Babari *et al.*, 2000). En effet, les situations virtuelles sont conçues pour être le reflet de la réalité. Dans ce contexte, les LG tracent les comportements des apprenants et signalent tout comportement qui n'aurait pas été toléré dans la vraie vie. Voici quelques exemples classiques de comportements évalués dans les LG proposés à l'INSA de Lyon :

- Ne pas déranger inutilement les employés d'une entreprise.
- Respecter les consignes de sécurité.
- Respecter la confidentialité des informations.
- Ne pas poser des questions inappropriées.
- Porter assistance à autrui.
- Avoir une attitude responsable et ne pas mentir.
- Savoir justifier ses décisions.
- Utiliser les outils adéquats mis à disposition.
- Commenter correctement ses fichiers de programme informatique.
- Savoir optimiser ses programmes informatiques.

Enfin, le contexte de formation dans lequel sont utilisés nos LG induit le fait que les apprenants sont évalués. L'acquisition des compétences doit donc être contrôlable et mesurable.

Pour répondre aux besoins de notre contexte, nous proposons donc une nouvelle définition spécifique pour les compétences métiers :

*Une **compétence métier** est un ensemble organisé, cohérent et finalisé de **connaissances** et **comportements** s'exerçant dans un contexte et **contrôlables par des résultats**.*

*Les **connaissances** se rapportent aux **savoirs** et aux **savoir-faire**. Ces connaissances peuvent être théoriques ou opérationnelles, générales ou spécifiques à un domaine (Augereau & Risetti, 2004) et englobes également le fait de savoir mobiliser ses connaissances de façon pertinente et au moment opportun, dans une situation de travail (Boterf, 1994).*

Les **comportements** se rapportent aux **savoir-être**. Ce sont des ensembles structurés d'actions intellectuelles, d'aptitudes, de valeurs et de principes (Paquette, 2002).

Maintenant que nous avons défini ce qu'est une compétence métier, voyons comment nous les intégrons à la modélisation des objectifs pédagogiques.

4.1.2 Description des objectifs pédagogiques

La définition des **objectifs pédagogiques** du LG consiste à lister précisément toutes les **compétences** que les apprenants doivent construire durant la formation (Figure 35). Comme nous venons de le définir, chaque compétence est rattachée à un ensemble de **connaissances** et un ensemble de **comportements**.

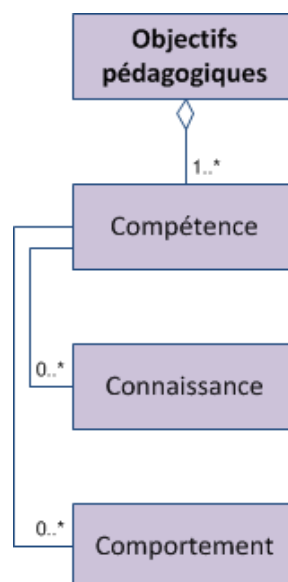


Figure 35 : Modèle des objectifs pédagogiques

En complément de ce modèle, nous proposons également une méthode pour valider l'atteinte des objectifs pédagogique. Comme le montre les règles ci-dessous, les objectifs pédagogiques sont atteints si et seulement si toutes les *Compétences* sont acquises. De plus, une *Compétence* est validée quand l'apprenant a atteint un certain seuil (pourcentage) pour chacune de ses sous-*Connaissances* et fait preuve de ses sous-*Comportements* assez de fois.

$$\begin{aligned}
 & \text{Objectifs pédagogiques atteints} \Leftrightarrow \forall \text{ Compétences sont acquises} \\
 & \text{Compétence } C \text{ acquise} \Leftrightarrow \begin{aligned} & \forall \text{ Connaissances liées à } C, \\ & \text{l'apprenant a atteint le seuil de validation} \\ & \text{ET} \\ & \forall \text{ Comportement liés à } C, \\ & \text{l'apprenant a montré qu'il l'avait fait assez de fois} \end{aligned}
 \end{aligned}$$

Le seuil que l'apprenant doit atteindre pour chaque *Connaissance* est indiqué par l'expert pédagogique lors de la conception du LG. Ainsi, nous estimons qu'il n'est pas nécessaire de maîtriser complètement une *Connaissance* pour acquérir une *Compétence* qui l'utilise. De la même façon, l'expert pédagogique indique le nombre de fois que l'apprenant doit faire preuve de bon *Comportement* pour valider la *Compétence* qui l'utilise.

Ce modèle est fondé sur des travaux antérieurs (Prévôt, 1992) qui ont fait leurs preuves dans la gestion de compétences métier. Dans la suite, nous allons clarifier cette modélisation en reprenant les objectifs pédagogiques du LG Samoulean.

4.1.3 Exemple – Modélisation des objectifs pédagogiques de Samoulean

Les objectifs pédagogiques de Samoulean sont composés des *Compétences notées* C_i (*Competency*) qui figurent dans le cours théorique du *Lean Management*. Pour la bonne compréhension de ce chapitre, nous allons détailler la première de ces *Compétences*.

- **Compétence C1 – Identifier les Indicateurs Opérationnels (I.O.)**

Cette compétence consiste à savoir identifier et trouver les indicateurs opérationnels d'une entreprise (chiffre d'affaires, valeur totale des stocks, des achats, dépenses salariées, matière première, pertes ...).

L'expert pédagogique a identifié 4 *Connaissances* notées K_i (*Knowledge*) liées à cette *Compétence* et le seuil de validation nécessaire à l'obtention de la *Compétence* C1.

- **K1 : Démarche du diagnostic d'entreprise (seuil validation = 100%)**
Connaître et être capable d'appliquer les étapes du diagnostic : obtention des indicateurs, vision globale du problème, diagnostic général...

- **K2 : Correspondances I.O. / Domaines (seuil validation = 90%)**
Faire correspondre les indicateurs opérationnels aux bons domaines (délais, coûts, qualité, développement logistique, RH, autre).
- **K3 : Recherche des I.O. (seuil validation = 90%)**
Savoir dans quels services de l'entreprise trouver les informations concernant les indicateurs opérationnels (service commercial, qualité, production, logistique, RH, achats, finances...).
- **K4 : Connaissance des Indicateurs Lean (seuil validation = 80%)**
Connaître les indicateurs opérationnels du Lean qui doivent être diminués : production excessive, attentes, transport et manutention inutile, tâches inutiles, stocks, mouvements inutiles, production défectueuse.

Pour valider la *Compétence C1*, l'expert pédagogique a aussi formulé quelques *Comportements* notés B_i (*Behaviour*) dont l'apprenant doit faire preuve et le nombre de fois nécessaire pour valider la *Compétence C1*.

- **B3 : Collecter une information utile (seuil validation = 2 fois)**
Savoir identifier l'utilité des informations et collecter uniquement celles qui sont correctes et pertinentes pour l'investigation.
- **B4 : Utiliser un outil pertinent (seuil validation = 1 fois)**
Savoir identifier et utiliser les outils pertinents pour une action.
- **B7 : Respecter la confidentialité (seuil validation = 1 fois)**
Ne pas divulguer des informations confidentielles et ne pas chercher à lire des informations qui ne sont pas pertinentes pour le travail.

Samoulean comporte également 8 autres *Compétences* qui sont elles aussi liées à des *Connaissances* et des *Comportements* avec des seuils de validation. Nous les décrivons brièvement ici.

- **Compétence C2 – Comprendre l'organisation d'une entreprise**
Collecter des informations et utiliser la matrice BCG (Boston Consulting Group) pour définir la hiérarchie d'une entreprise et ne pas avoir un comportement déplacé.
- **Compétence C3 – Conduire une analyse générale d'entreprise**
Savoir mener une analyse générale de la santé d'une entreprise en utilisant les outils appropriés et définir des domaines d'intervention prioritaires.

- **Compétence C4 – Mener une investigation approfondie d'entreprise**

Savoir mener une investigation approfondie d'une entreprise avec les bonnes techniques d'interview et d'enquête.

- **Compétence C5 – Réaliser un diagnostic sectoriel**

Établir un diagnostic sectoriel afin de fixer les objectifs opérationnels.

- **Compétence C6 – Définir des actions leviers**

Définir des actions leviers pour remonter les résultats d'une entreprise à partir d'indicateurs pertinents.

- **Compétence C7 – Établir un plan d'action**

Établir un plan d'action dans le temps avec des objectifs quantifiés pour remonter des résultats de l'entreprise.

- **Compétence C8 – Présenter un plan d'action**

Présenter et défendre un plan d'action devant un comité de direction.

Les *Connaissances* et les *Comportements* peuvent se retrouver dans plusieurs *Compétences*, mais pas forcément avec le même degré de maîtrise. Il est intéressant de remarquer que si le seuil de validation d'une *Connaissance* n'est pas de 100%, cela signifie soit, qu'elle n'est pas indispensable à la formation, soit que le LG n'est pas autosuffisant et qu'il faudra sûrement compléter la formation avec d'autres enseignements ou des recherches personnelles.

Le profil des apprenants est calculé automatiquement en fonction des seuils des *Connaissances* (K_i) acquises et le nombre de fois où l'apprenant a fait preuve des *Comportements* (B_i) requis. Chaque compétence reçoit ainsi un statut : non vue, acquise, confirmée, incertaine, remise en cause (Prévôt, 1992).

Ce système devient d'autant plus efficace si l'apprenant a suivi d'autres formations modélisées avec le même système. En effet, son profil sera déjà défini avec un ensemble de K_i et de B_i et leur valeur. On pourra ainsi fournir un ensemble de règles pour aider le formateur à choisir les LG les plus adaptés pour faire progresser l'apprenant vers le profil final visé. Cette idée de prescrire un parcours d'apprentissage pour arriver à un profil cible est l'une des problématiques principales de la recherche en *e-learning* (Barr *et al.*, 1975).

Maintenant que nous avons présenté la modélisation des objectifs pédagogiques, regardons comment ces objectifs sont repris pour formaliser la structuration pédagogique du LG.

4.2 Modélisation de la structuration pédagogique

Dans cette partie, nous allons proposer une modélisation de la *structuration pédagogique* de LG. Comme nous le verrons par la suite, cette structuration ne représente que la moitié du scénario du LG. En effet, les éléments de cette structuration seront, dans un deuxième temps, transposés dans un *scénario de mise en scène ludique*.

4.2.1 Caractéristiques de la structuration pédagogique

La **structure pédagogique** d'un LG est composée de trois niveaux de granularité : des **Modules** qui correspondent à un découpage similaire au chapitre d'un cours, des **Actes** qui représentent des sessions d'activités qui ont un sens au niveau pédagogique et des **Activités** de bas niveau comme lire, écrire, évaluer, discuter, dessiner...

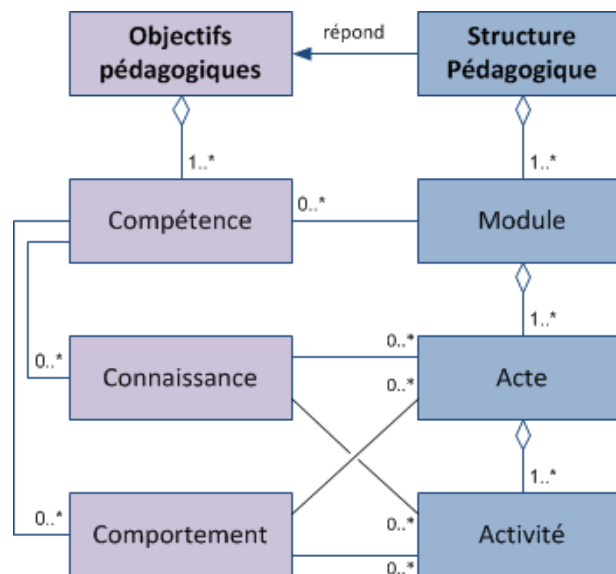


Figure 36 : Modèle de la structure pédagogique

Comme le montre la Figure 36, chacun de ces éléments a un objectif éducatif. En effet, chaque *Module* doit correspondre à l'acquisition d'une ou de plusieurs *Compétences*. De plus les sous-*Connaissances* et sous-*Comportements* de chaque *Compétence* doivent être vues dans les *Actes* et *Activités* du *Module* auquel il est relié.

Les *Modules*, *Actes* et *Activités* ne sont pas forcément organisés de façon séquentielle. En effet, l'expert pédagogique peut spécifier s'ils sont accomplis « l'un après l'autre », « l'un pendant l'autre » et « l'un ou l'autre » en ajoutant des conditions. Comme nous le verrons dans la suite, il peut également leur affecter des *participants* comme un tuteur, un apprenant en particulier ou un groupe.

Ce modèle reprend en partie les concepts définis par IMS-LD⁷⁸. En effet, la *structure pédagogique* globale correspond au « *Play* » de IMS-LD. Les niveaux *Acte* et *Activité* correspondent également aux « *Act* » et « *Activity* » de IMS-LD. Nous avons fait le choix de fonder notre modèle sur cette structuration standardisée pour faciliter la compréhension et le partage de nos scénarios avec d'autres concepteurs, notamment dans le domaine du e-learning. En effet, malgré les reproches qui lui sont faits (Leo *et al.*, 2005; Ferraris *et al.*, 2007; Durand & Downes, 2009; Botturi & Stubbs, 2008), IMS-LD reste un standard largement connu dans le domaine de la recherche. De plus, les trois éléments de la structure que nous reprenons d'IMS-LD ne sont pas les éléments critiqués.

Afin de répondre au sous-objectif B1 d'aide à la conception de structuration pédagogique, nous avons également ajouté le niveau *Module* à notre modélisation. Ce niveau permet en effet d'aider les experts pédagogiques à structurer leur formation en formalisant leurs idées avec des éléments plus souples et abstraits (Paquette *et al.*, 2007; Mariais, 2012).

Les liens entre les *objectifs pédagogiques* et la *structuration pédagogique* aident également les concepteurs à mettre au point des formations qui répondent aux besoins des clients (Kirkley, 2007; Blanchard, 2007). En effet, en modélisant ces liens, les concepteurs ont plus de chance d'intégrer tous les éléments de compétences dans la formation sans en oublier. Enfin, ces liens aident aussi les concepteurs à communiquer sur la logique de leur formation que ce soit avec le client, avec les formateurs qui vont utiliser le LG (Botturi & Stubbs, 2008), mais également avec le *game designer*.

⁷⁸ <http://www.imsglobal.org/learningdesign>

4.2.2 Exemple – Modélisation de la structuration pédagogique de Samoulean

La Figure 37 montre la première partie de la structuration pédagogique du LG Samoulean. Elle est décomposée en *Modules* dont l'objectif est de faire acquérir une ou plusieurs *Compétences* présentes dans les *objectifs pédagogiques* vus en première partie.

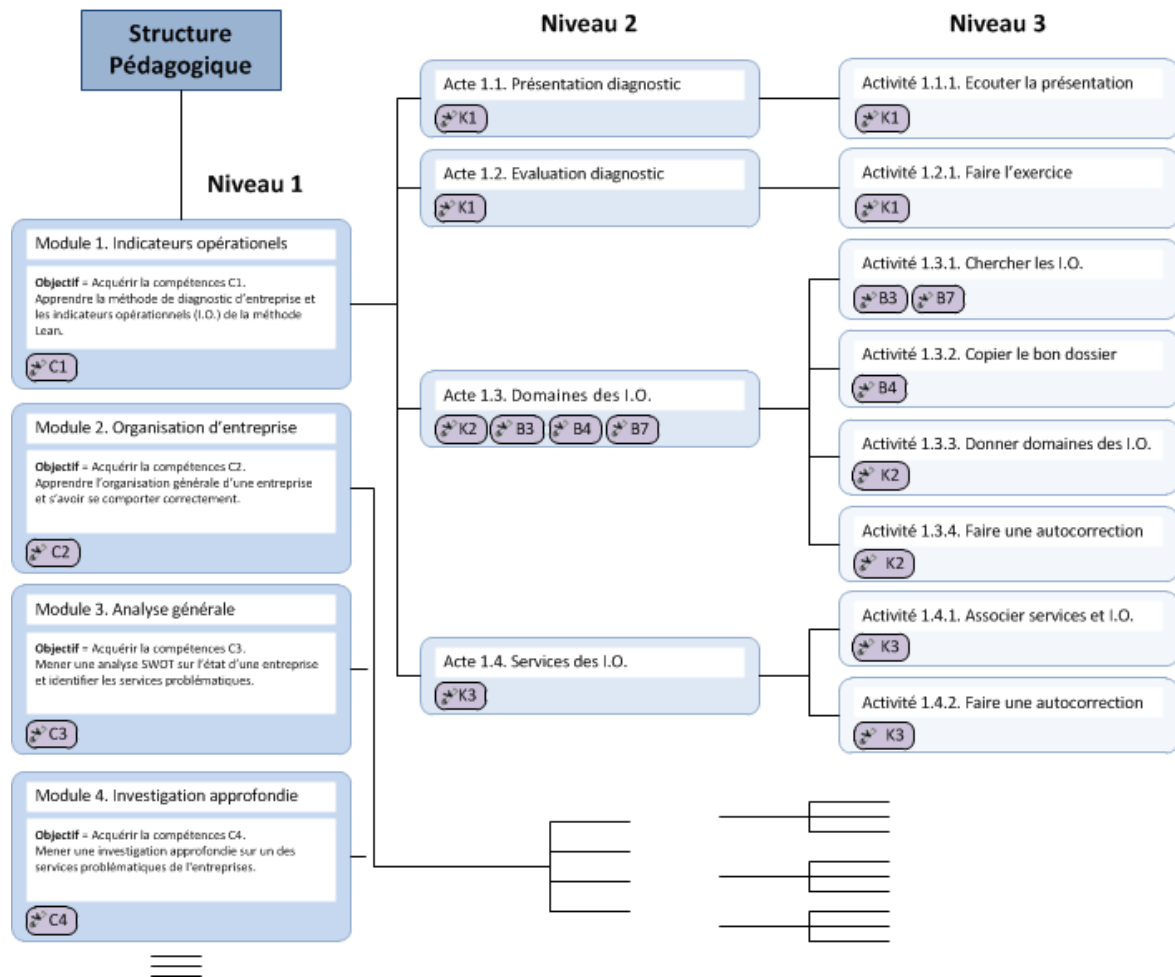


Figure 37 : Extrait de la structure pédagogique de Samoulean avec la répartition des compétences (Ci), connaissances (Ki) et comportements (Bi)

Ainsi, le *Module 1* est consacré à la *Compétence C1 : Indicateurs opérationnels du Lean*. Ce module est décomposé en plusieurs *Actes*. Dans le premier *Acte 1.1*, les apprenants vont voir la connaissance *K1 : les étapes du diagnostic d'entreprise* sur laquelle ils sont évalués lors du deuxième *Acte 1.2*. Dans l'*Acte 1.3* suivant, les apprenants travaillent sur la *Connaissance K2 : indicateurs opération-*

nels du Lean et les domaines auxquels ils s'apparentent (délais, coûts, qualité, développement...). Dans cet *Acte*, ils devront d'abord trouver et identifier les documents qui donnent des informations sur les indicateurs opérationnels. Pendant qu'ils cherchent ces informations, les apprenants devront faire preuve du bon *Comportement B3* en collectant uniquement les informations utiles, du bon *Comportement B4* en utilisant les outils pertinents pour prendre des notes et du bon *Comportement B7* en respectant la confidentialité des documents. Lors du dernier *Acte*, les apprenants travaillent sur la *Connaissance K3 : les services de l'entreprise* dans lesquels il peut trouver plus d'information sur les indicateurs opérationnels.

Nous rappelons que les éléments de cette structuration ne représentent que la partie pédagogique du LG. Les activités proposées sont « génériques » et ne sont pas rattachées à un contexte particulier. Elles n'ont également plus forcément d'ordre prédéfini. Dans la suite, nous allons voir comment ces éléments sont instanciés dans le scénario du jeu avec une mise en scène et un contexte ludique.

4.3 Modélisation du scénario de mise en scène ludique

Dans cette partie, nous allons proposer une *modélisation de la mise en scène ludique* du LG. Cette modélisation constitue la deuxième moitié du scénario de LG et vient se lier à la *structuration pédagogique* que nous venons de voir. En effet, le *scénario de mise en scène ludique* du LG doit reprendre, organiser et retranscrire tous les éléments de la *structuration pédagogique* dans un contexte ludique.

4.3.1 Caractéristiques du scénario de mise en scène ludique

Comme nous l'avons indiqué dans le chapitre 3, nous ne proposons, pour le moment, qu'un seul modèle scénaristique pour **les jeux à mission** que nous avons défini comme étant des jeux dans lesquels le joueur doit valider des missions suivant un ordre chronologique prédéfini. Ces missions peuvent être de types très variés comme réussir une quête, résoudre une énigme, obtenir un certain score... La modélisation du scénario de mise en scène ludique en trois niveaux – *Missions, Séquences* et *Écrans* –, que nous proposons par la suite permet donc de modéliser ce type de jeu à mission, mais il est tout à fait pos-

sible de la substituer par une autre modélisation comme celle pour les jeux de l'oie sur lequel nous travaillons actuellement.

La modélisation du **scénario de mise en scène ludique** à pour but d'aider l'expert pédagogique et le *game designer* à communiquer et travailler ensemble pour imaginer une mise en scène des activités pédagogiques sous la forme ludique (Figure 38). Selon notre processus de conception (chapitre 3), le *scénario de mise en scène ludique* est conçu progressivement et de façon itérative parallèlement à la définition de la *structure pédagogique*.

Pour faciliter la conception d'un LG avec un fort potentiel éducatif, le *scénario de mise en scène ludique* est organisé, comme la *structuration pédagogique*, selon une granularité à trois niveaux :

- **Mission** : désigne une grande partie du jeu. La première est souvent une mission de présentation dans laquelle le joueur découvre le monde, les personnages, mais surtout la problématique qu'il devra résoudre (ex. sauver une entreprise de la faillite). Dans les autres *Missions*, l'apprenant a des sous-butts qu'il devra atteindre en utilisant et développant des compétences particulières (ex. dresser le diagnostic de l'entreprise, faire une étude de marché, convaincre un responsable d'entreprise, ...). Une *Mission* peut être purement ludique ou mettre en scène un ou plusieurs *Modules* prévus par l'expert pédagogique.
- **Séquence** : désigne une série de plans qui forment une unité narrative. Ce terme issu du vocabulaire cinématographique correspond souvent à un découpage en unité de temps et de lieu (ex. la découverte de l'entreprise, la recherche d'un indice, ...). Elle peut aussi être l'occasion de découvrir ou de revoir des connaissances nécessaires à la résolution des missions (ex. le maître divulgue les étapes de la méthodologie, le joueur découvre le livre de compte de l'entreprise, ...). Certaines *Séquences* ne sont pas directement liées à l'histoire par exemple des *Séquences* de test qui visent à valider les connaissances de l'apprenant ou des *Séquences* de briefing et de débriefing pendant lesquelles le formateur peut revenir sur les concepts et faire le parallèle avec les situations réelles. Une *Séquence* peut être purement ludique ou mettre en scène une ou plusieurs *Actes* prévus par l'expert pédagogique.
- **Écran** : désigne une partie du jeu qui se déroule jusqu'à ce qu'un certain but soit atteint. Elle peut être apparentée à un plan

cinématographique dans le sens où la démarcation entre écrans peut être liée à un changement du décor (changement du fond, de la couleur) ou du contenu (nouveaux obstacles, augmentation de la difficulté) ou d'une combinaison des deux. Cette définition correspond également à la signification de *Level* donnée par Björk & Holopainen (2004). Comme dans le cinéma, il est tout à fait possible d'avoir un plan-séquence, c'est-à-dire un seul *Écran* pour toute la *Séquence*. L'*Écran* est le niveau le plus bas de spécification et doit être défini par le *screen designer*. Ce dernier doit donner toutes les informations nécessaires à l'équipe de réalisation, c'est-à-dire une maquette de l'interface, des spécifications détaillées sur les éléments visuels, l'ambiance sonore et toutes les interactions possibles (éléments cliquables et leurs effets sur le jeu ou sur le de profil l'apprenant).

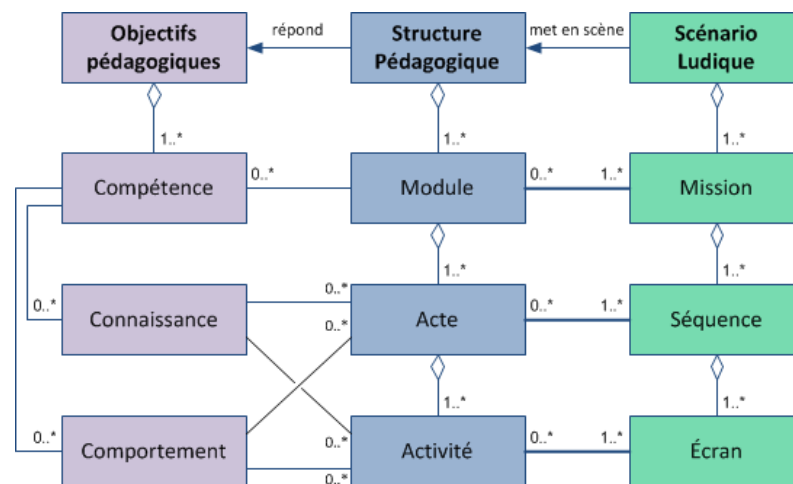


Figure 38 : Modèle du scénario de mise en scène ludique

L'état de l'art du chapitre 2 nous a montré qu'il n'existait pas de méthodes ou de modèles universels pour faciliter la conception de scénario d'activités ludiques. Les *game designers* se construisent souvent leurs propres méthodes, notamment grâce à des listes de conseils (Björk & Holopainen, 2004; Kiili, 2005; Adams & Rollings, 2006; Fullerton, 2008) accumulés lors de leur formation et par leur expérience. Notre étude nous a aussi montré que les *game designers* avaient besoin de liberté pour donner libre cours à leur imagination. Notre méthode n'intègre donc pas de méthode spécifique pour les *game designers*, mais les laisse exprimer leur créativité librement avec un modèle de scénario ne comportant pas de règles strictes.

Comme nous le verrons par la suite, le *game designer* peut aussi préciser les **personnages** et les **lieux** de l'histoire qui interviennent dans le scénario.

De plus, notre modélisation permet de représenter en termes simples et visuels les différentes étapes de l'histoire, ce qui aide l'expert pédagogique à comprendre les propositions du *game designer*. La modélisation des liens entre la *structuration pédagogique* et ce *scénario de mise en scène ludique* permet également de veiller à ce que toutes les activités pédagogiques préconisées par l'expert pédagogique soient intégrées dans le scénario. Le *game designer* a ainsi plus de chance d'imaginer un jeu qui soit au service de l'apprentissage.

Pour répondre au sous-objectif B3 et aider le *screen designer* à fournir des spécifications de bas niveau, claires et complètes des interfaces et des interactions de chaque *Écran* du LG nous proposons un modèle spécifique pour les *Écrans* qui contienne toutes les informations dont l'équipe de réalisation a besoin pour le développer. Ce modèle est inspiré, d'une part, des fiches de spécification élaborées et utilisées à l'INSA de Lyon depuis plus de 20 ans et, d'autre part, des documents de travail utilisés par les 3 entreprises de jeux vidéo que nous avons pu analyser. Les informations préconisées pour chaque écran sont les suivantes :

- Un identifiant avec un titre évocateur.
- Un titre qui pourra être affiché sur l'écran.
- Une description visuelle et textuelle des éléments de l'interface dans laquelle le *screen designer* est encouragé à préciser les personnages, les lieux et les objets cliquables présents sur l'écran.
- Les indications concernant la mission destinées au joueur pour qu'il sache à tout moment ce qui est attendu de lui (parler aux employés, visiter l'entreprise...).
- Les infos bulles qui doivent apparaître sur l'écran quand le joueur passe la souris sur des objets spécifiques.
- Les dialogues entre les personnages de la scène.
- Les actions que l'apprenant peut faire et les éléments cliquables sur l'écran.

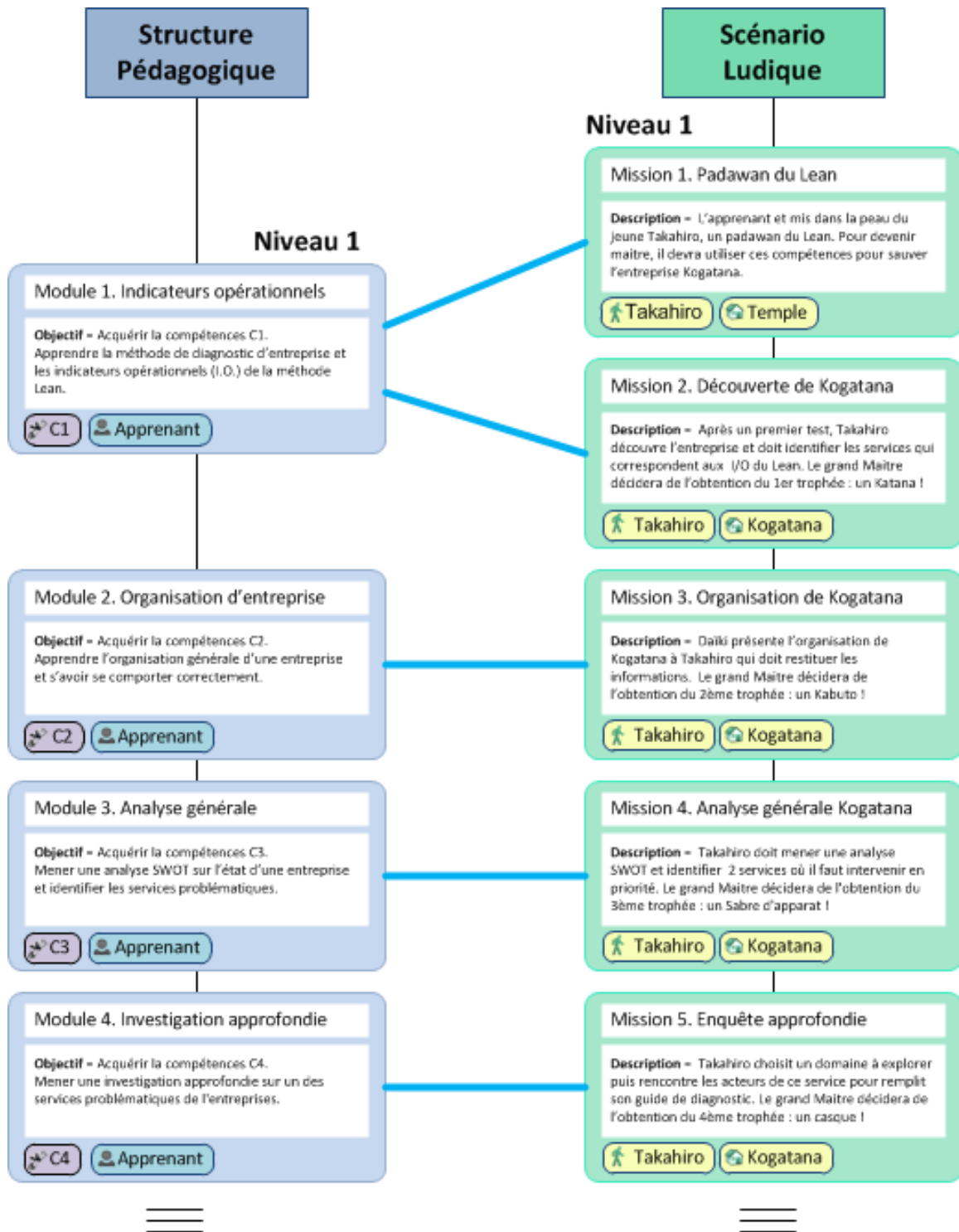


Figure 39 : Extrait du scénario de Samoulean qui représente la vue du niveau 1 de la structuration pédagogique, la vue du niveau 1 de la mise en scène ludique et leurs liens.

4.3.2 Exemple – Modélisation du scénario de Samoulean

La Figure 39 montre le début de la modélisation du scénario de LG Samoulean. À gauche, on voit le niveau 1 de la *structuration pédagogique* conçue par l'expert pédagogique. À droite, on voit le niveau 1 du *scénario de mise en scène ludique* imaginé par le *game designer*. Les droites bleues en gras représentent les liens entre les éléments pédagogiques à gauche et leur mise en scène ludique à droite.

On voit par exemple que le *Module 1* sur les indicateurs opérationnels est mis en scène par deux *Missions* successives. Dans la première *Mission 1*, l'apprenant est mis dans la peau de Takahiro, un jeune *padawan* du Lean. On lui présente sa quête principale : utiliser ses compétences en Lean Management pour sauver l'entreprise Kogatana. S'il réussit, il deviendra un maître du Lean. Au cours de cette première *Mission*, son *Sensei* lui rappelle notamment les 8 étapes du diagnostic d'entreprise.

Dans la deuxième *Mission 2*, Takahiro est d'abord mis à l'épreuve par son *Sensei* pour vérifier ses connaissances sur les étapes du diagnostic d'entreprise. Takahiro découvre ensuite l'entreprise Kogatana qu'il doit sauver. Il devra entre autres trouver des informations sur les indicateurs opérationnels de l'entreprise et identifier les services de l'entreprise dans lesquels il pourra trouver plus d'information sur les indicateurs. Le grand Maître décidera de l'obtention du 1er trophée : un *Katana* !

De la même façon, chaque *Module* de la formation est mis en scène par une ou plusieurs *Missions* qui représentent des parties de l'histoire. Ces *Missions* peuvent être les unes après les autres comme dans l'exemple de Samoulean ou bien exécutées en parallèle. Les liens entre éléments pédagogiques et leur mise en scène ludique sont aussi faits au niveau inférieur comme le montre la .

4.4 Modélisation des éléments optionnels du Learning Game

La Figure 40 montre le modèle complet du scénario de LG. Il comporte la modélisation des *objectifs pédagogiques*, la *structuration pédagogique* qui répond à ces objectifs et la modélisation du *scénario de mise en scène ludique* qui met en scène cette structuration sous la forme d'un jeu à missions. Ces trois éléments forment le squelette du scénario.

Afin d'aider les concepteurs à concevoir des scénarios de LG riches, organisés et précis, notre modèle intègre, des éléments additionnels qui peuvent s'ajouter au squelette du scénario. Dans cette partie, nous allons décrire ces éléments.

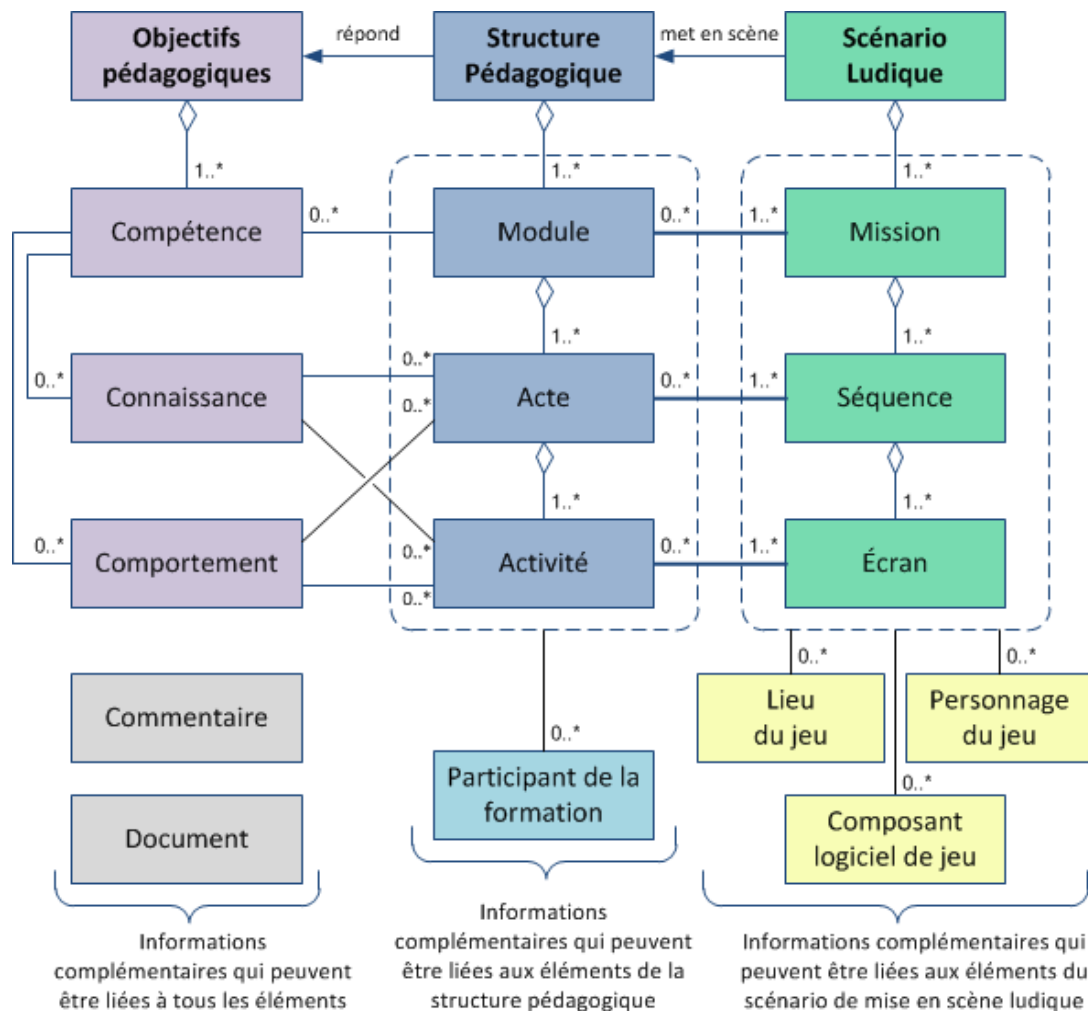


Figure 40 : Modèle complet du scénario de LG

4.4.1 Éléments liés à la structuration pédagogique

Pendant la conception, l'expert pédagogique peut spécifier les **Participants** pour chaque élément de la formation. Un *Participant* peut soit représenter un rôle comme l'apprenant ou le tuteur soit représenter une équipe de personnes.

4.4.2 Éléments liés à la scénarisation de mise en scène ludique

Pendant la conception de la mise en scène ludique, le *game designer* et le *screen designer* peuvent définir des **Personnages** et des **Lieux** qui reviennent souvent dans le jeu et les rattacher aux différents éléments du *scénario de mise en scène ludique*. Ces éléments peuvent être décrits avec du texte et des croquis qui serviront de spécifications aux graphistes.

Le *game designer* peut également attacher des **Composants logiciels** réutilisables aux éléments de leur scénario. Si l'on suit la méthodologie proposée en chapitre 3, le *game designer* trouve ces composants lors de l'étape 3 de la conception, juste après avoir décrit de façon générale le LG et avant de rentrer dans une description détaillée. Ces *Composants* logiciels serviront ensuite en étant appelés à l'exécution ou simplement comme exemple à l'équipe de développement.

Dans la Figure 41, représentant un extrait du scénario de Samoulean, on voit par exemple que le *Composant logiciel* réutilisable qui permet de créer des dialogues est lié à la *Séquence 2.3. Questionner le directeur*. Ce *Composant logiciel* a été trouvé par le *game designer* dans la base de composants et réutilisé lors de cette *Séquence*. On voit également que Samoulean comporte un *Personnage* principal Takahiro et des *Personnages* secondaires qui reviennent souvent dans le jeu comme le maître du Lean et le directeur de l'entreprise. Ce jeu se déroule principalement dans deux *Lieux* : le temple du Lean et l'entreprise Kogatana.

4.4.3 Éléments transversaux

Pour aider les concepteurs à définir un scénario précis, notre modélisation donne notamment la possibilité d'ajouter des **documents supplémentaires** sous la forme de texte, d'image ou même de code à tous les éléments du scénario. Ainsi, l'*expert pédagogique* a la possibilité d'ajouter des exemples sur les *Connaissances* ou les *Compétences* ou encore d'ajouter la liste de questions/réponses à une *Activité* d'évaluation. Ces documents supplémentaires servent également au *game designer* pour ajouter des croquis ou des exemples d'images afin de donner plus de précisions visuelles aux *Personnages* ou aux

Lieux du jeu. Enfin, ils sont aussi utilisés par le *screen designer* pour ajouter des précisions sur les interactivités à chaque écran.

Afin de faciliter la communication entre les différents acteurs de la création d'un LG, notre modèle donne également la possibilité d'ajouter des **commentaires** spécifiquement adressés aux différents rôles identifiés dans le chapitre 3 : client, chef de projet, expert pédagogique, *game designer*, *screen designer*, graphiste développeur... Ces commentaires sont par exemple utiles pour aider l'expert pédagogique à communiquer les détails de son scénario au *game designer* ou au *client*. Ils permettent également au *game designer* de laisser des commentaires aux graphistes pour leur donner des précisions sur les ambiances sonores qu'il souhaite intégrer au jeu ou encore de faire remonter les demandes de précision sur certains éléments qui sont formulées par les développeurs.

4.4.4 Indicateurs pour vérifier l'adéquation du LG avec les besoins des clients

La représentation des liens entre le modèle des *objectifs pédagogique*, le modèle de la *structuration pédagogique* et le modèle du *scénario de mise en scène ludique* aide les concepteurs à mettre au point un LG de bonne qualité qui répond aux besoins initiaux. En effet, pour répondre aux besoins des clients, tous les éléments dans les *objectifs pédagogiques* (*Compétences, Connaissances et Comportements*) doivent être intégrés à la *structuration pédagogique*.

De la même façon, chaque élément de la *structuration pédagogique* (*Modules, Actes et Activités*) proposé par l'expert pédagogique doit être mis en scène au moins une fois, sans quoi cela voudrait dire qu'il y a eu un oubli. Ainsi, chaque élément de la *structuration pédagogique* doit être lié au moins une fois à un élément du *scénario de mise en scène ludique* (*Missions, Séquences, Écrans*). Par contre un élément du *scénario ludique* peut très bien ne pas avoir de lien ; cela voudra simplement dire que cette étape est purement scénaristique ou ludique et ne met en jeu aucune compétence.

Si les concepteurs respectent ces deux règles, comme c'est le cas pour Samoulean (Figure 41), le scénario de LG contient forcément toutes les activités pédagogiques prescrites par l'expert pédagogique et couvre l'ensemble des compétences ciblées au début du projet.

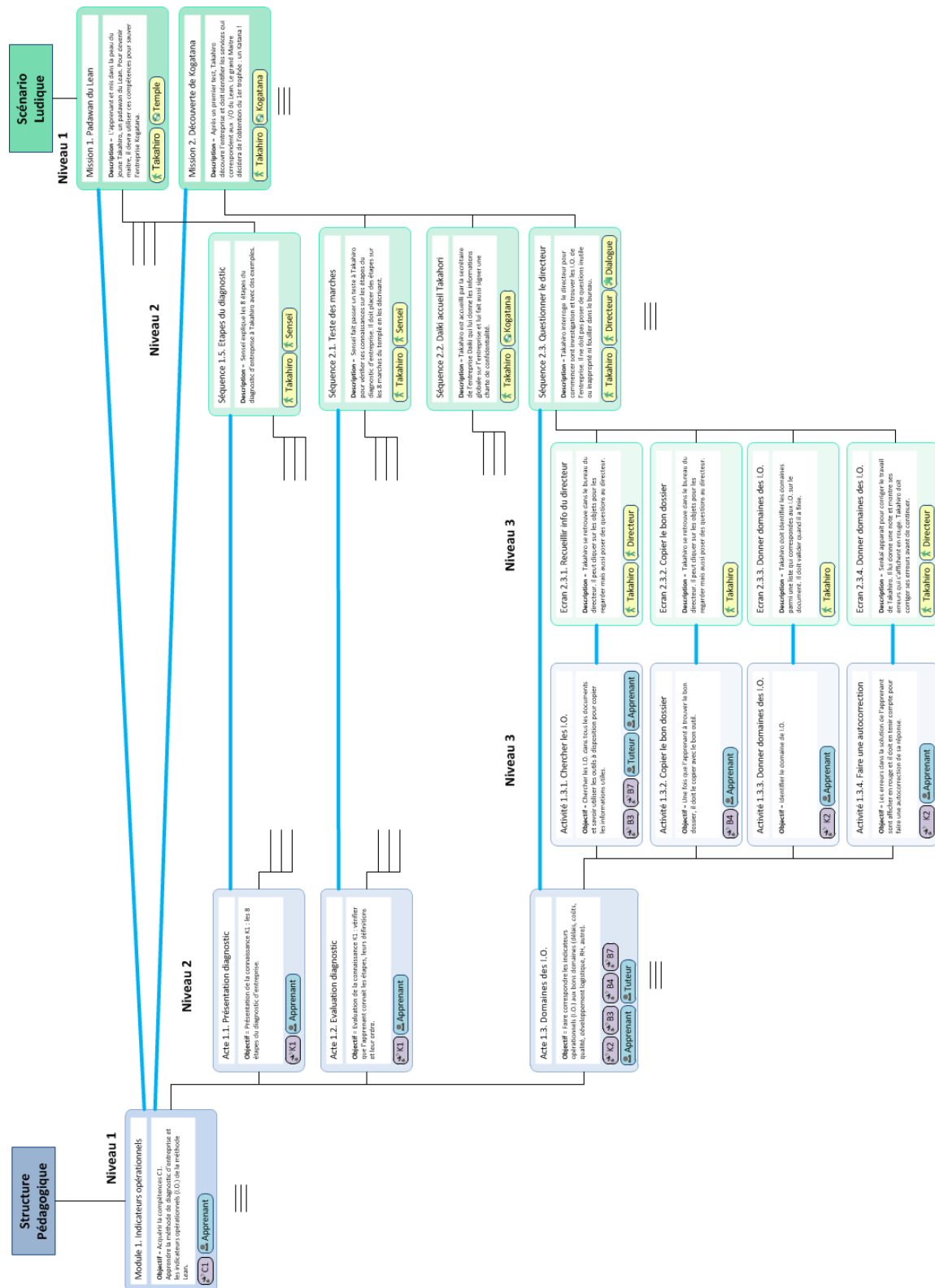


Figure 41 : Extrait du modèle de Samoulean avec structuration pédagogique et mise en scène ludique

SYNTHÈSE

Dans ce chapitre, nous proposons une **modélisation de scénario de LG** pour aider l'équipe de concepteurs à imaginer des LG qui soient à la fois ludiques et attractifs tout en gardant le fort potentiel éducatif indispensable à la formation.

Notre modèle inclut tout d'abord une modélisation spécifique des **objectifs pédagogiques** qui répond aux besoins de notre contexte d'étude. Cette modélisation s'appuie sur une liste de *Compétences métiers* qui doivent être construites par l'apprenant. Chaque *Compétence* se compose d'un ensemble de *Connaissances* et de *Comportements* qui devront être intégrés au LG.

Notre modèle inclut également une modélisation de la **structuration pédagogique** qui se décompose en trois niveaux de granularité : *Module*, *Acte* et *Activité*. Cette modélisation aide l'expert pédagogique à concevoir une formation qui réponde aux objectifs pédagogiques prédéfinis et à communiquer sur celle-ci avec les autres concepteurs.

Pour aider l'expert pédagogique et le *game designer* à collaborer et imaginer une mise en scène ludique pour les activités pédagogiques sous la forme d'un jeu, notre modèle propose également une modélisation du **scénario de la mise en scène ludique**. Pour faciliter la conception d'un LG avec un fort potentiel éducatif, cette modélisation est également décomposée en trois niveaux de granularité : *Mission*, *Séquence* et *Écran* et modélise les liens entre les éléments pédagogiques et leur mise en scène ludique. La modélisation détaillée des écrans permet également au *screen designer* de fournir des spécifications claires et détaillées pour l'équipe de réalisation.

Afin d'aider les concepteurs à concevoir des scénarios de LG riches, organisés et précis, notre modèle intègre aussi des éléments additionnels comme des *Participants* de la formation, des *Personnages*, des *lieux* du jeu. Les concepteurs peuvent également intégrer des *Composants logiciels* réutilisables qu'ils auraient trouvés dans la base de données, mais aussi des *Documents* (texte, images, code) et des *Commentaires* qui peuvent être spécifiquement adressés aux différents membres de l'équipe de création du LG.

Chapitre 5. Environnement d'aide à la conception LEGADEE : réification des propositions

5.1	Création d'un Learning Game	174
5.2	Organisation de l'environnement de conception	175
5.2.1	Intégration du processus de conception	175
5.2.2	Environnement de conception modulable à base de palettes	176
5.2.3	Environnement de conception adapté aux rôles des concepteurs	179
5.3	Illustration de la conception du Learning Game Samoulean	181
5.3.1	Étape 1 : spécification des objectifs pédagogiques	181
5.3.2	Étape 2 : choix du modèle de scénario de LG	182
5.3.3	Étape 3 : description générale du Learning Game	182
5.3.4	Étape 4 : recherche de composants logiciels	185
5.3.5	Étape 5 : description détaillée du Learning Game	187
5.3.6	Étape 6 : contrôle de l'apport pédagogique	188
5.3.7	Étape 7 : spécifications pour l'équipe de réalisation	190
5.4	LEGADEE : les choix d'ingénierie	193
5.4.1	Langage de développement	193
5.4.2	Architecture de LEGADEE	194
5.4.3	Système de sauvegarde, d'importation et d'exportation de scénarios	195

Lors de notre état de l'art dans le chapitre 2, nous avons analysé une dizaine de méthodologies de création et une dizaine de modèles de scénario issus des domaines de l'e-learning, des LG et des jeux vidéo. Cette étude nous a montré que pour mettre en place une bonne méthodologie de création collaborative de LG, il était primordial d'avoir des outils adaptés aux compétences de chaque personne intervenant lors de la création. En outre, cette étude nous a montré qu'il était primordial de proposer un outil simple et ergonomique aux concepteurs pour les aider à modéliser et structurer leur scénario.

Dans ce chapitre, nous allons donc présenter LEGADEE⁷⁹ (*LEarning GAmE DEsign Environment*), l'outil d'aide à la conception de LG que nous avons conçu et développé pour répondre à ces besoins.

Tout d'abord, LEGADEE reprend notre méthodologie globale de conception collaborative et plus particulièrement le **processus de conception** en 7 étapes proposées en chapitre 3. Ces étapes sont accessibles à tout moment sous forme de boutons dans une barre d'outils en haut de l'environnement de conception. En cliquant sur une étape, les concepteurs ont accès à une description de celle-ci et aux outils spécifiques à la réalisation des tâches qui la composent. Ainsi, LEGADEE guide les concepteurs, étape par étape, avec les bons outils, à travers la conception du LG. En outre, LEGADEE s'adapte aux rôles des concepteurs (client, expert pédagogique, *game designer*...) en leur proposant les outils spécifiques selon leurs compétences.

LEGADEE implémente également notre **modèle de scénarisation** décrit en chapitre 4 et permet ainsi aux concepteurs de formaliser leur LG de façon claire et précise. LEGADEE propose également un système qui analyse la conception en cours et propose des solutions pour aider les concepteurs à élaborer un scénario équilibré et complet qui intègre les compétences cibles définies aux débuts du projet.

Une fois la conception terminée, LEGADEE **exporte les spécifications** détaillées, sous forme d'un document HTML qui contient les informations nécessaires pour les membres de l'équipe de réalisation (développeur, *graphic designer*, acteurs, *sound manager*...).


⁷⁹ www.legadee.segarem.fr/bin-debug/PageAccountManagement.html

5.1 Création d'un Learning Game

La page d'accueil de LEGADEE permet à l'utilisateur de gérer son compte (changement d'information et de mot de passe...) et les LG qu'il a créés (Figure 42). Lors de la création d'un LG, l'utilisateur de LEGADEE doit spécifier son ou ses rôles parmi :

- Client
- Chef de projet
- Expert cognitif
- Expert pédagogique
- Game designer
- Screen designer
- Développeurs
- Sous-traitants artistiques (*Graphic designer, Sound manager, Vidéo manager ...*)

De ses choix vont découler les outils (sous forme de palettes) mis à la disposition de l'utilisateur et les droits d'écriture et de lecture qu'il aura sur les différentes parties du LG. Ces droits seront décrits dans le Tableau 8, après la description de l'interface de LEGADEE.

Pour chacun de ses LG, l'utilisateur peut effectuer différentes actions : concevoir, développer, jouer, partager, regarder des traces d'utilisation... Il s'agit de toutes les actions possibles durant les phases de notre méthodologie de création globale de LG définie dans le chapitre 3. Pour le moment, LEGADEE implémente seulement la partie sur laquelle nous avons concentré notre thèse, c'est-à-dire la phase de **conception**. L'icône concevoir  ouvre la page de conception dans un autre onglet. Ainsi, l'utilisateur peut ouvrir plusieurs de ses LG en même temps.

Afin de décrire tous les outils proposés par LEGADEE, nous allons suivre la conception d'un LG étape par étape. Comme nous l'avons fait dans le chapitre 4, nous allons illustrer les fonctionnalités de notre outil avec le LG **Samoulean** conçu à l'INSA de Lyon pour la formation initiale des ingénieurs au département Génie Industriel.



Figure 42 : Page d'accueil de LEGADEE

Avant de nous lancer dans la description des outils proposés par LEGADEE, nous allons brièvement décrire l'organisation de l'environnement de conception.

5.2 Organisation de l'environnement de conception

5.2.1 Intégration du processus de conception

Notre étude des besoins des concepteurs, ainsi que celle de Djaouti (2011), ont montré qu'il était primordial d'intégrer le **processus de conception** à notre outil auteur. Nous avons donc placé, en haut de l'environnement de conception, un menu contenant les étapes de la conception (Figure 43) inspirée des 7 étapes du processus de conception proposé en chapitre 3 (Figure 27, p118).

À la demande des concepteurs non informaticiens, nous avons simplement changé le nom de l'étape 6 de contrôle de l'apport pédagogique. En effet, les termes que nous avons proposés pour les maquettes « pedagogical control », « pre-validation » et « compilation » leur donnaient l'impression négative d'être évalués et jugés sur la qualité de leur travail. Ils ont finalement opté pour « Model checking ».

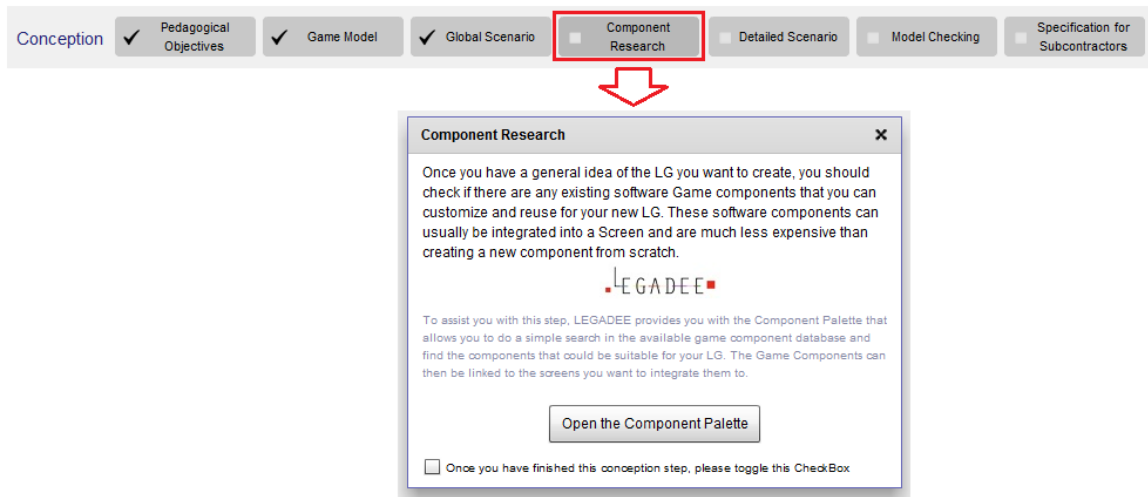


Figure 43 : Menu pour les étapes de la conception

Pour favoriser l'apprentissage de notre processus de conception, les utilisateurs ont accès à un texte explicatif pour chacune des étapes (Figure 43). Nous leur indiquons également quels outils sont mis à leur disposition dans LEGADEE pour les aider à accomplir leurs tâches et nous leur donnons la possibilité d'ouvrir tous ces outils simultanément.

LEGADEE supporte également le workflow associé à notre processus de conception. En effet, quand les concepteurs indiquent qu'ils ont fini une étape du processus (en cochant la case en bas de la fenêtre), LEGADEE envoie un email pour prévenir les membres de l'équipe de création concernée que c'est leur tour d'apporter leurs contributions.

Nous tenons également à faire remarquer que les utilisateurs peuvent, à tout moment, revenir sur une étape du processus. En effet, comme nous l'avons indiqué dans le chapitre 3, la conception d'un LG se fait par cycles itératifs et constructifs.

5.2.2 Environnement de conception modulable à base de palettes

LEGADEE est composé de 9 palettes qui contiennent les outils d'aide à la conception (Marfisi-Schottman *et al.*, 2010):

- La **palette scénario** sert à modéliser le scénario du LG avec le modèle que nous proposons en chapitre 4 (e.g. modélisation de la *structure pédagogique* pour maîtriser le Lean Management et le *scénario de mise en scène ludique* dans laquelle l'apprenant doit sauver une entreprise de la faillite). Cette palette joue un rôle

central dans la conception. En effet, il s'agit de l'espace de travail principal des concepteurs. Les autres palettes sont périphériques et fournissent des outils pour construire et enrichir le scénario.

- La **palette compétences** sert à accéder aux compétences cibles (e.g. liste de compétences du Lean avec les connaissances et les comportements qui les composent).
- La **palette personnages** sert à décrire des personnages du jeu (e.g. héros, *sensei*, grand maître du Lean, chef d'entreprise, secrétaire, ...)
- La **palette lieux** sert à décrire les endroits dans le jeu (e.g. temple du Lean et l'entreprise à sauver)
- La **palette participants** sert à identifier les différents rôles et les équipes de joueur qui participent au LG (e.g. tuteur, joueur débutant, joueur expert...).
- La **palette composants** sert à chercher les composants logiciels réutilisables dans la base de données. Les utilisateurs peuvent y faire des recherches par mot clé sur les métadonnées LOMFR-LG (cf. chapitre 3) de chaque composant.
- La **palette documents** sert à ajouter des documents qui viennent compléter les informations sur les éléments du LG (e.g. liste de questions pour remplir un QCM, fiche de révision à distribuer aux apprenants, plan du temple Lean...)
- La **palette commentaires** sert à ajouter des commentaires sur les éléments du LG destinés aux membres de l'équipe de conception ou réalisation (e.g. précision pour le client, commentaire d'utilisation pour le tuteur, précisions sur le look du héros...)
- La **palette validation du modèle** sert à scanner l'ensemble des éléments du jeu et du scénario pour compiler les erreurs et les warnings.

Ces palettes sont modulables et peuvent être positionnées comme voulu sur l'interface. Cependant, pour faciliter l'organisation, nous avons intégré une station de rangement pour les palettes à gauche de l'écran (Figure 44).

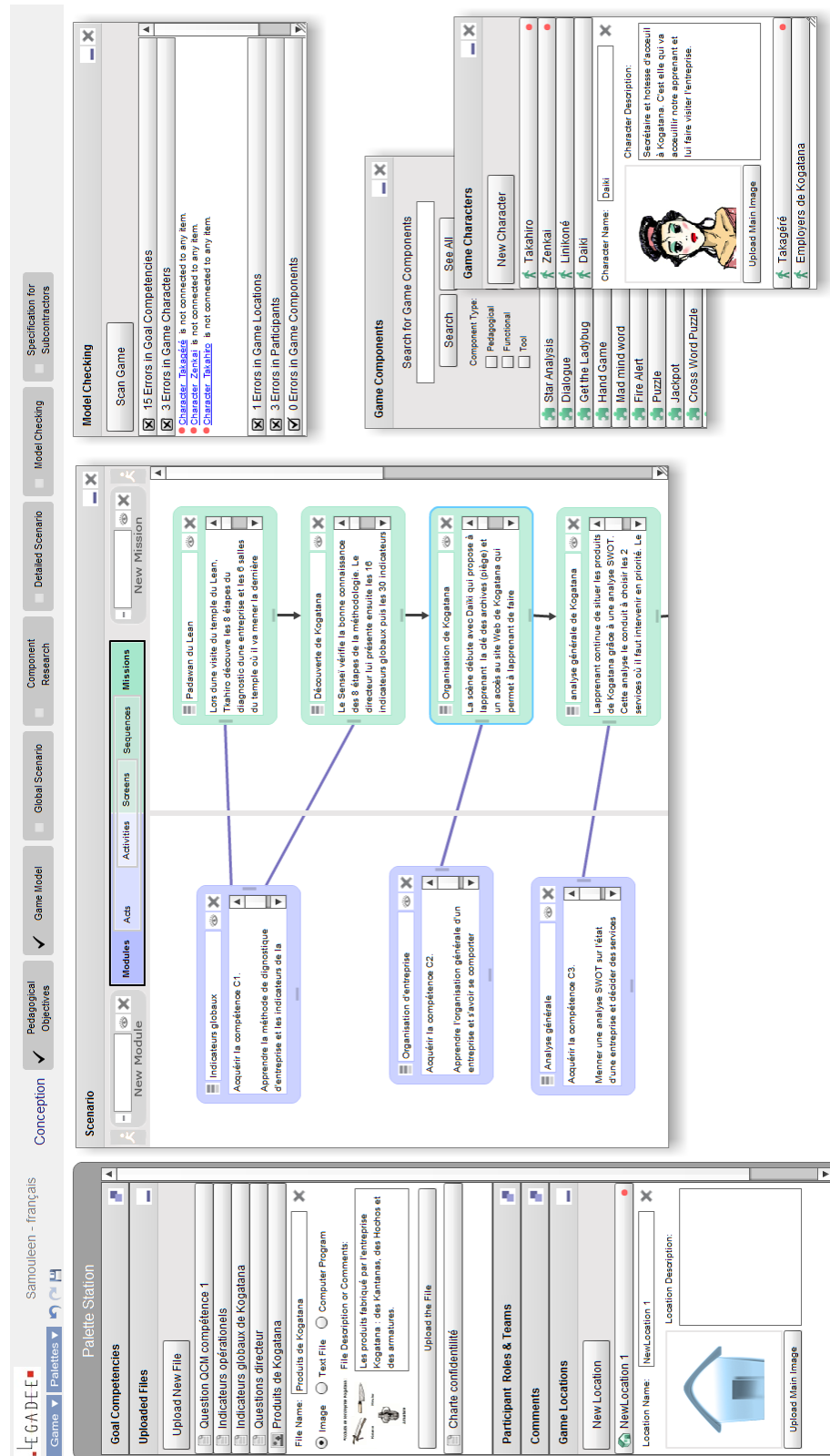


Figure 44 : Environnement de conception à base de palettes modulables

5.2.3 Environnement de conception adapté aux rôles des concepteurs

Afin d'éviter une surcharge cognitive et d'aider les concepteurs à se focaliser sur leurs tâches, l'environnement de conception contient, par défaut, uniquement les palettes susceptibles d'aider l'acteur dans sa tâche actuelle. Ainsi, lors de l'étape 3 de description générale du scénario, l'environnement de l'expert pédagogique comporte uniquement la *palette scénario* et la *palette participants* nécessaires à l'édition de la structure pédagogique. Pour la même étape, l'interface du *game designer* comportera la *palette scénario* et les *palettes personnages et lieux* nécessaires à l'édition du scénario de jeu.

Les droits de lecture et d'écriture des palettes sont aussi adaptés aux rôles des utilisateurs de LEGADEE. Pour la *palette composants* et la *palette validation* qui permettent, respectivement de rechercher des composants et de trouver les erreurs, nous parlerons de droit d'exécution plutôt que d'écriture. Le Tableau 8 présente les différents droits sur les palettes avec la notation « rwx » couramment utilisée en informatique pour représenter les droits d'accès aux fichiers.

Rôle	Palette compétences	palette scénario	Palettes lieux et personnages	palette composants	Palette documents	Palette commentaires	Palette validation
Client	r--	r-- aucun affichage d'erreurs	r--	r-x	r--	r--	---
Chef de projet	rw-	rw- tous commentaires affichés	rw-	r-x	rw-	rw-	r-x
Expert cognitif	rw-	r--	---	---	rw-	---	---
Expert Pédagogique	rw-	rw- écriture sur la structure pédagogique	r--	r-x	rw-	rw-	r-x
Game designer	r--	rw- écriture sur le scénario ludique	rw-	r-x	rw-	rw-	r-x
Screen designer	r--	rw- écriture sur le scénario ludique niveau 3	rw-	---	rw-	rw-	r-x

Développeurs	r--	r--	r--	rwX	rw-	rw-	---
Sous-traitants artistiques	r--	r--	r--	---	r--	r--	---

Tableau 8 : Droits d'écriture, de lecture et d'exécution sur les palettes en fonction du rôle de l'utilisateur de LEGADEE

Ainsi, seuls l'expert cognitif et l'expert pédagogique auront accès à la *palette compétences* en écriture. L'expert pédagogique pourra modifier les éléments de la *palette scénario* et la *palette participants* mais seulement voir les éléments de la *palette personnages et lieux* du jeu. Ces derniers pourront être modifiés uniquement par le *game designer* et le *screen designer*. De la même façon, la *palette commentaires* s'adapte aussi aux rôles de l'utilisateur en affichant uniquement les commentaires qui lui sont adressés et ceux qu'il a écrits. LEGADEE propose donc **différentes vues** et des droits distincts sur les éléments du LG pour éviter la surcharge d'information et s'adapter au mieux aux besoins des concepteurs.

Les palettes apparaissent aussi au fur et à mesure en fonction des étapes du scénario : d'abord, la *palette compétences* ensuite, les palettes qui servent à la description générale du LG (*palette scénario, participants, personnages, lieux, commentaire et document*) ensuite, la *palette composants* pour chercher les composants logiciels réutilisables et enfin, la *palette validation du modèle*. Les concepteurs novices peuvent faire apparaître les palettes correspondant à leurs tâches en cliquant sur les boutons des étapes dans le menu en haut de la page. De leur côté, les concepteurs experts peuvent tout simplement faire apparaître les palettes quand ils en ressentent le besoin en sélectionnant les palettes qu'ils veulent dans le menu Palette en haut de la page.

Dans la suite de ce chapitre, nous allons décrire les différentes fonctionnalités de LEGADEE avec l'exemple du LG Samoulean, étape par étape.

5.3 Illustration de la conception du Learning Game Samoulean

5.3.1 Étape 1 : spécification des objectifs pédagogiques

Lors de la première étape, l'expert cognitif et l'expert du domaine doivent formaliser l'ensemble des compétences à acquérir durant le LG. Chaque *Compétence* doit être décomposée en un ensemble de *Connaissances* et de *Comportements* conformément au modèle que nous avons présenté en chapitre 4.

Pour assister les concepteurs dans cette tâche, LEGADEE met à disposition la *palette compétences* qui leur permet de créer des *Compétences* et de les décomposer en un ensemble de *Connaissances* et *Comportements*. S'il le souhaite, l'expert pédagogique peut spécifier le nombre de fois qu'il estime nécessaire que les connaissances soient vues dans le scénario et le nombre de fois que les comportements de l'apprenant doivent être testés. Les compétences sont, de plus, sauvegardées dans un fichier XML, ce qui permet de les modifier si besoin.

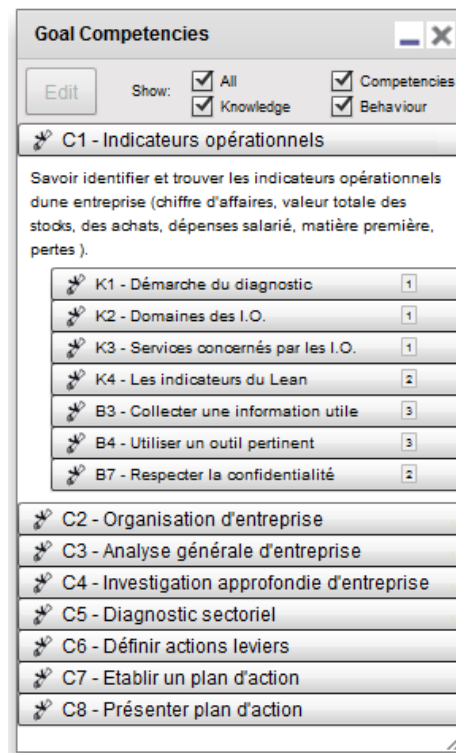


Figure 45 : Spécification des compétences ciblées avec la palette compétences

Les compétences du LG Samoulean, décrites en détail dans le chapitre 4, sont ainsi modélisées dans l'environnement LEGADEE comme présenté sur la Figure 45.

Le modèle de compétences que nous avons implémenté dans LEGADEE reflète la façon de gérer les compétences à l'INSA. Néanmoins, on pourrait tout à fait envisager de le remplacer par d'autres modèles, n'intégrant, par exemple, que des éléments de connaissance.

5.3.2 Étape 2 : choix du modèle de scénario de LG

Une fois que les compétences cibles sont spécifiées, l'expert pédagogique détermine le type de jeu qu'il veut pour son LG. Il doit faire son choix en fonction des compétences cibles, du profil des apprenants, mais aussi du contexte dans lequel le LG sera utilisé.

Pour Samoulean, nous avons choisi un modèle de jeu à mission (cf. définition dans le chapitre 3, p118) avec un scénario de jeu d'enquête. En effet, la meilleure façon ici pour que les apprenants acquièrent les compétences cibles est de les confronter à un cas d'entreprise pour laquelle ils devront mener l'enquête et utiliser leurs connaissances théoriques du Lean pour analyser la situation et proposer des solutions adaptées.

5.3.3 Étape 3 : description générale du Learning Game

Maintenant que le modèle de jeu est choisi, l'expert pédagogique et le *game designer* doivent travailler ensemble pour décrire le scénario général du LG. C'est un moment très délicat puisque les deux concepteurs, qui n'ont pas forcément le même vocabulaire ni la même façon de formaliser le scénario, doivent élaborer ensemble un scénario de LG qui soit à la fois ludique et pédagogique.

Pour aider les concepteurs dans cette étape très complexe et délicate, LEGADEE propose d'abord la *palette scénario* qui reprend le modèle de scénarisation que nous proposons en chapitre 4. La *structuration pédagogique* du LG est représentée en bleu sur la gauche et le *scénario de mise en scène ludique* est représenté en vert sur la droite (Figure 47). Les liens, ajoutés par les concepteurs, entre les éléments pédagogiques et leur mise en scène ludique sont représentés par des connecteurs plats violets qui relient les éléments de gauche aux éléments de droite. Les relations dans le temps sont indi-

quées par des connecteurs pointus qui partent du bas d'un élément de scénario et rentrent par le haut d'un autre élément du même type. Les concepteurs peuvent également spécifier la nature de ces liens avec des libellés « ET » et « OU » ainsi que les conditions à respecter (ex : mission 1 si score > 30, mission 2 sinon).

Notre méthodologie préconise à l'expert pédagogique de commencer à concevoir les différents *Modules* de la formation et d'y rattacher les compétences cibles. La Figure 46 montre l'interface de l'expert pédagogique au tout début de cette étape lors de la conception du LG Samouleen. L'expert a ici décidé de structurer la formation en 6 *Modules* : module 1 sur l'apprentissage des indicateurs globaux, module 2 sur l'organisation de l'entreprise, module 3 sur l'analyse générale de l'entreprise, ... Il a relié les éléments de la *palette compétences* en les glissant et déposant sur les modules. Les compétences qui n'ont pas encore été reliées sont signalées par un petit rond rouge sur leur droite.

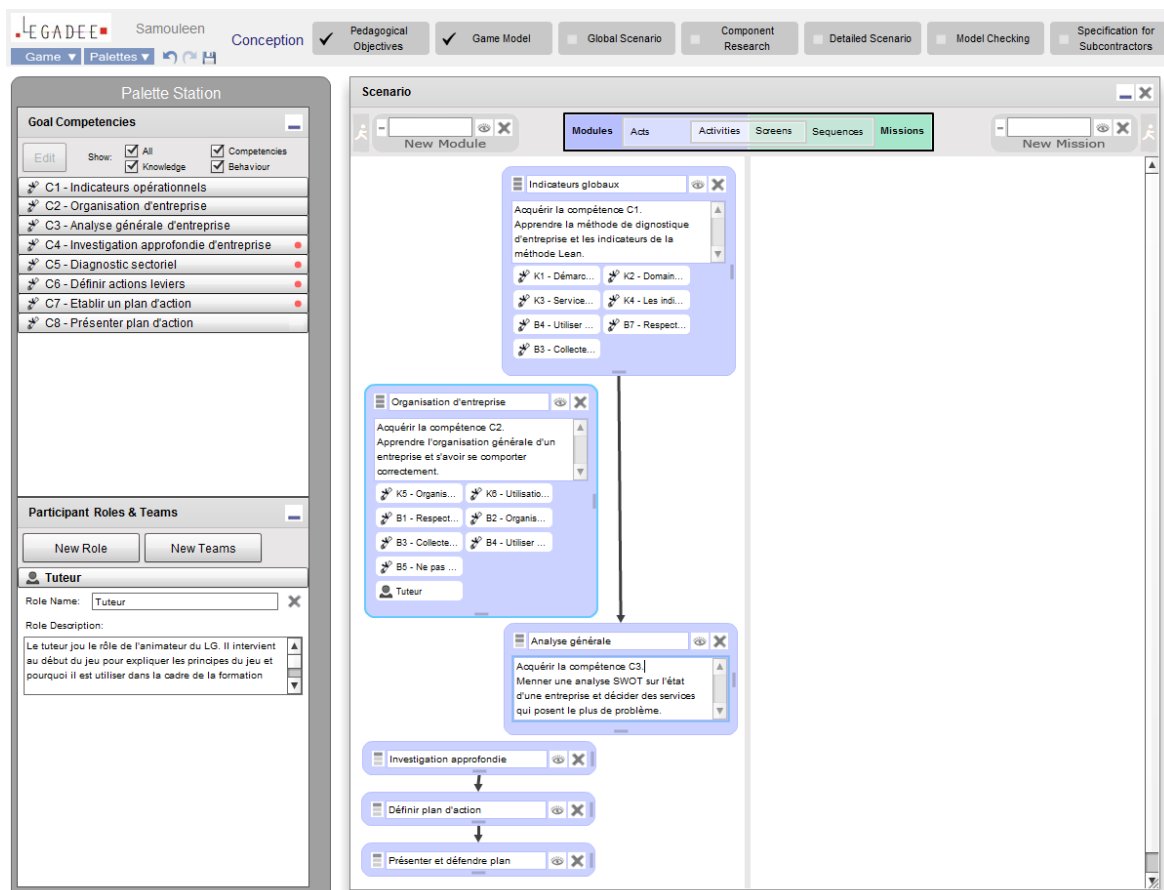


Figure 46 : Étape 3 de la conception du LG – vue expert pédagogique

À l'aide de la *palette participants*, l'expert pédagogique a modélisé le tuteur qu'il a relié au module 2 puisqu'il prévoit de le faire intervenir à ce moment.

Une fois que la structure des modules pédagogiques est partiellement définie, le *game designer* intervient en parallèle pour imaginer une mise en scène ludique de ces modules. Il décrit les grandes étapes de l'histoire tout en y indiquant les liens avec la structuration pédagogique.

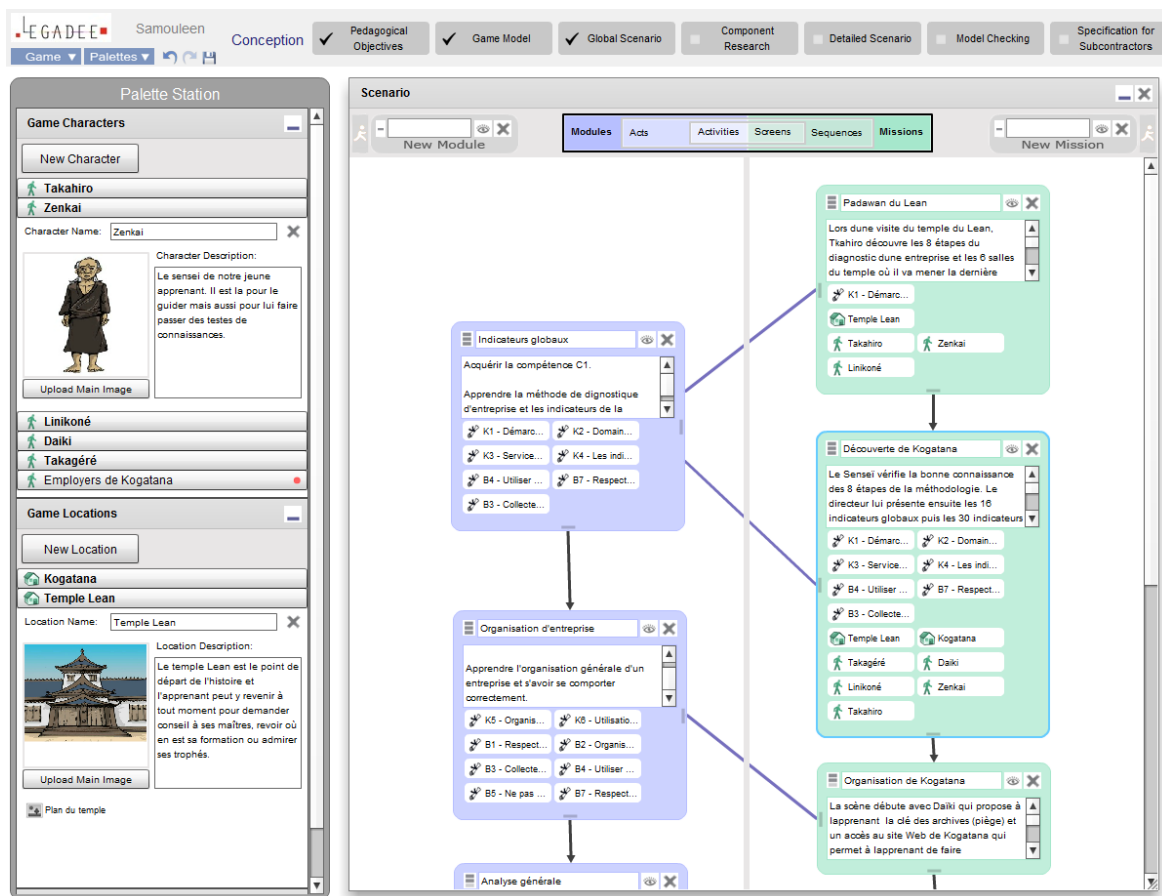


Figure 47 : Étape 3 de la conception du LG – vue game designer

Comme indiqué sur la Figure 47, le *game designer* de Samoulean a décidé de faire une première étape d'introduction dans laquelle le joueur se familiarise avec le personnage qu'il joue. Sans rentrer dans le détail, nous allons expliquer les grandes lignes de cette mise en scène. Le joueur découvre d'abord que son personnage, Takahiro, est un jeune *padawan* du Lean et qu'il veut devenir maître.

Pour arriver à ses fins, il devra prouver ses compétences en *Lean Management* en sauvant l'entreprise Kogatana de la faillite ! Lors de la première partie, son maître va lui expliquer les étapes de la démarche du diagnostic d'entreprise. Dans la deuxième partie du jeu, Takahiro va visiter l'entreprise Kogatana qu'il doit sauver. Il devra y trouver les indicateurs globaux pour analyser l'état de l'entreprise. Ensuite, il devra reconstituer l'organisation de l'entreprise avant d'aller questionner les employés de Kogatana et recueillir plus d'information sur chaque service. En utilisant ses compétences Lean, il devra analyser ces informations et proposer des solutions pour sauver Kogatana.

Afin de garantir que le LG garde toute sa valeur pédagogique, les missions ludiques proposées par le *game designer* doivent mettre en scène tous les modules pédagogiques. Pour aider les concepteurs à ne pas oublier de modules, LEGADEE vérifie qu'ils sont tous au moins liés à une mission. En revanche, il est tout à fait possible, et même conseillé, de concevoir quelques missions « purement » ludiques, qui ne sont pas reliés à des modules, et durant lesquels les apprenants pourront se changer les idées et se détendre.

Pour étoffer son scénario, le *game designer* de Samoulean a aussi utilisé les *palettes lieux* pour créer le temple du Lean et l'entreprise Kogatana. Il s'est également servi de la *palette personnages* pour créer Takahiro, le héros de l'histoire, Zenkai, le *sensei* du héros qui est là pour lui donner des conseils, Linokuré, le maître du Lean qui fait passer les tests de connaissances à Takahiro ainsi que le directeur de Kogatana et les employés.

5.3.4 Étape 4 : recherche de composants logiciels

Une fois que les concepteurs ont une idée générale du LG qu'ils veulent créer et avant que la description du LG ne devienne trop détaillée, ils ont tout intérêt à chercher dans la base des composants logiciels réutilisables. Ils peuvent y trouver des composants qui correspondent à leurs besoins et ainsi réduire considérablement le coût de développement. Même si elle n'est pas fructueuse, la recherche dans la base de composants peut être une excellente source d'idées d'interactivités. En se fiant aux notations et aux commentaires laissés par les utilisateurs précédents, les concepteurs peuvent aussi éviter de refaire les mêmes erreurs.

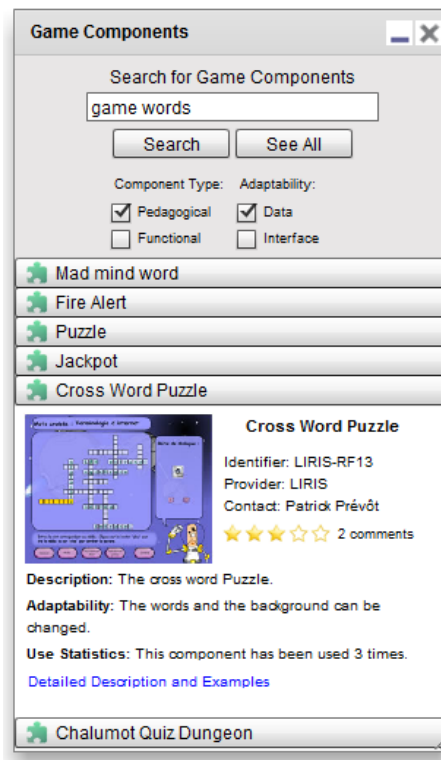


Figure 48 : Palette recherche de composants logiciels

Pour cette étape, LEGADEE fournit la *palette composants* qui donne aux concepteurs la possibilité de faire une simple recherche par mots clés sur la base de données de composants (Figure 48). Cette recherche se fait sur les informations fournies dans les métadonnées LOMFR-LG (cf. partie 3.3 du chapitre 3, p123) de chaque composant. En reprenant les résultats de l'étude menée lors du projet LGF, nous avons ajouté la possibilité de filtrer les résultats de la recherche par type de composant (pédagogique ou fonctionnel) et par possibilité d'adaptation (adaptation possible des données et adaptation possible de l'interface).

Les composants présents dans la base de données de la version actuelle de LEGADEE proviennent de la base de données de composants commune des partenaires LGF (cf. chapitre 3).

Pour le LG Samoulean, l'expert pédagogique a par exemple trouvé un composant pédagogique qui génère des mots croisés qu'il trouve parfaitement adaptés pour faire réviser le vocabulaire des opérateurs du *Lean*. Le *game designer*, de son côté, a trouvé un composant fonctionnel qui serait parfait pour la barre d'outils en bas de l'écran.

5.3.5 Étape 5 : description détaillée du Learning Game

Il est maintenant temps pour l'expert pédagogique et le *game designer* d'élaborer le niveau 2 du scénario. Encore une fois, nous conseillons à l'expert pédagogique de commencer en précisant les différents *Actes* pédagogiques qui composent chaque *Module*. Le *game designer* pourra ensuite imaginer une séquence d'évènements dans l'histoire pour les mettre en scène.

Pour assister les concepteurs dans cette étape, la *palette scénario* de LEGADEE permet de visualiser le niveau 2 du scénario (Figure 49). Les modules et les missions sont déjà représentés afin d'être décomposés en sous-parties. De la même façon que pour le niveau 1 du scénario, LEGADEE vérifie que les *Actes* pédagogiques sont bien tous mis en scène par les *Séquences* ludiques.

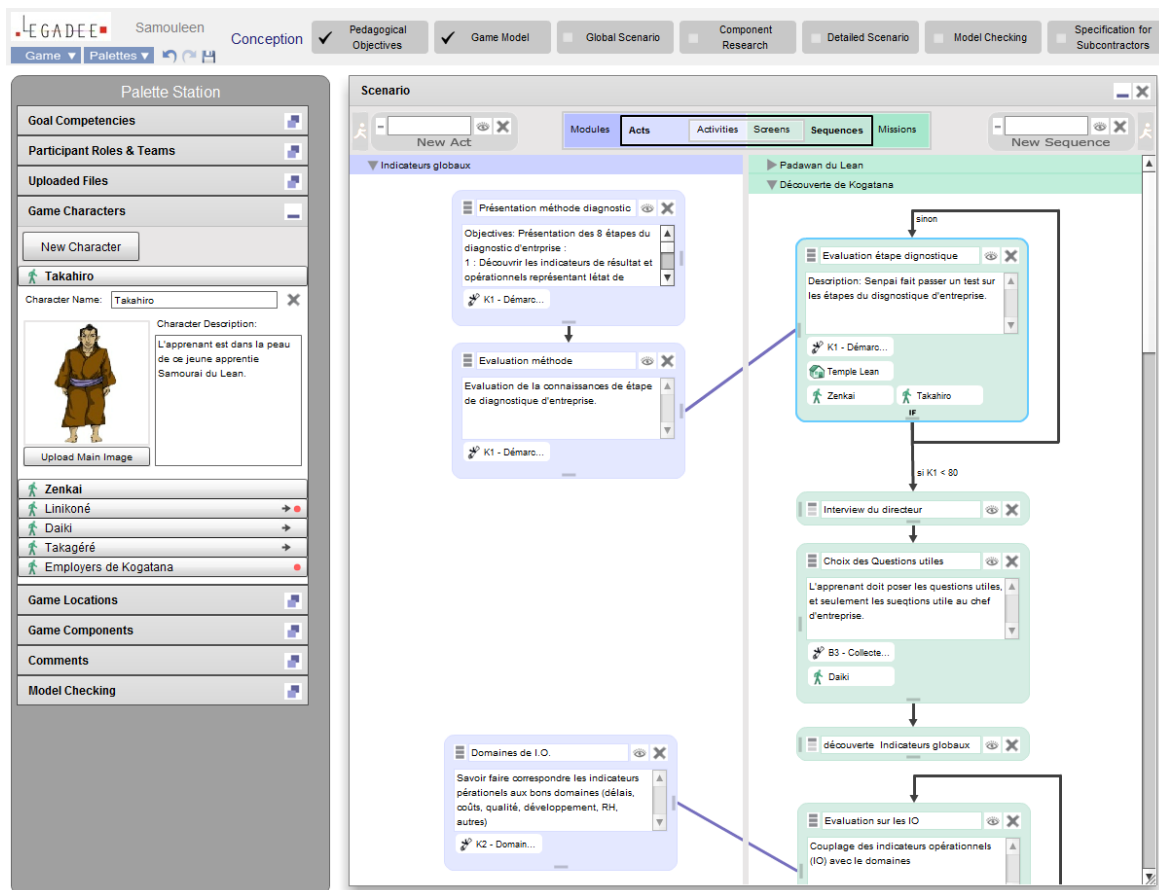


Figure 49 : Étape 5 de la conception d'un LG

Comme la place dans chaque palette est assez restreinte et qu'il est parfois difficile de mettre tous les éléments que l'on veut dans les champs prévus, LEGADEE offre la possibilité aux concepteurs d'ajouter des commentaires libres ou des documents additionnels.

Dans la Figure 50 on voit que les concepteurs ont laissé des commentaires sur différents éléments du LG et les écrans. Ces commentaires donnent des précisions sur les sons et bruitages, les interactions IHM ou même les vêtements des personnages et ils sont adressés à un ou plusieurs membres de l'équipe de conception et réalisation. Les concepteurs ont aussi ajouté un certain nombre de documents comme la liste de questions à intégrer dans le QCM, les précisions sur les indicateurs globaux ou les plans architecturaux du temple et de Kogatana.

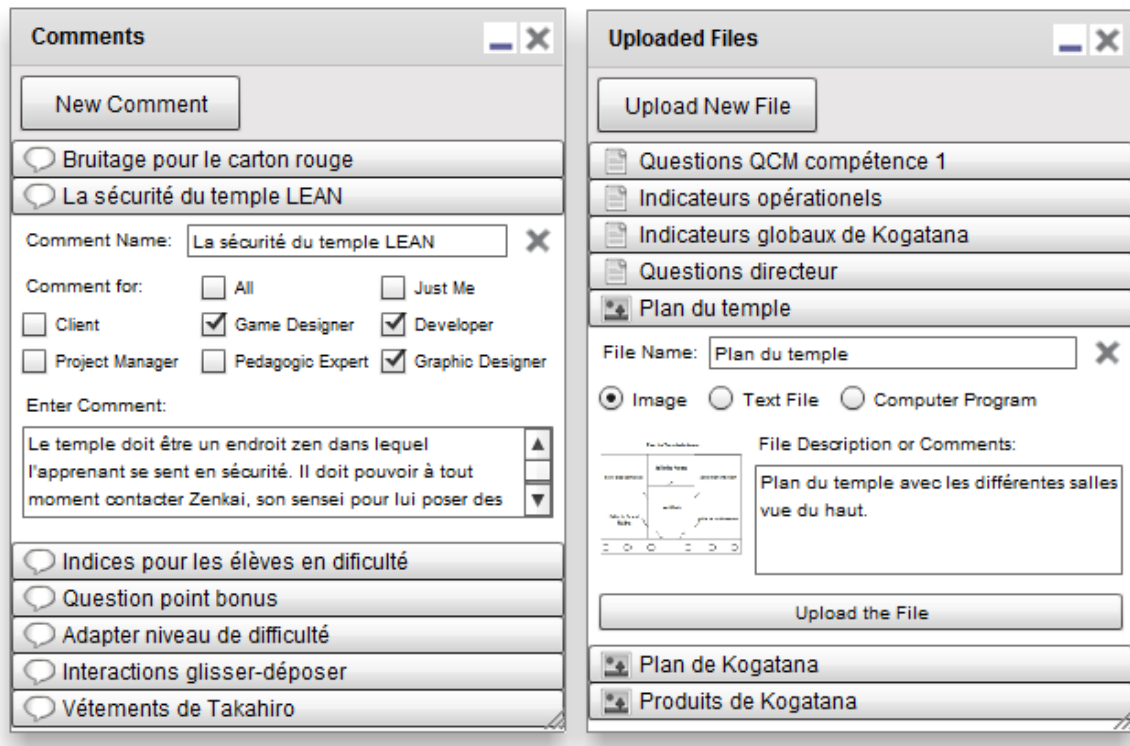


Figure 50 : Palette commentaires et document

5.3.6 Étape 6 : contrôle de l'apport pédagogique

L'expert pédagogique doit veiller, à tout moment, à ce que le LG qui est en train d'être conçu conserve son potentiel pédagogique. Pour assister l'expert, LEGADEE propose un système de visualisation

d'alertes et d'erreurs (Figure 51, à gauche). Par exemple, lorsque les concepteurs ont oublié de connecter une *Connaissance*, un rond rouge est positionné à droite de cet élément. Les éléments de LG sans nom ou pour lequel il manque une information importante sont aussi signalés par une alerte avec un triangle orange.

LEGADEE propose également la *palette validation* qui balaye tous les éléments du jeu et rassemble toutes les erreurs (Figure 51, à droite). Voici la liste des erreurs et de warning détecté sur les différents **éléments du jeu** (*Compétences, Connaissances, Comportements, Personnages, Lieux, Participants, Documents et Commentaires*), mais aussi sur les **éléments du scénario** (*Modules, Missions, Actes, Séquences, Activités, Écrans*) et les *Connecteurs* :

- Erreur si un élément du jeu (voir liste ci-dessus) n'est connecté à aucun élément du scénario.
- Erreur si un élément du scénario éducatif (*Module, Acte, Activité*) n'est connecté à aucun élément du scénario ludique (*Mission, Séquence, Écran*).
- Warning si une *Connaissance* ou un *Comportement* ne sont pas connectés assez de fois aux éléments pédagogiques du scénario (*Module, Acte, Activité*) par rapport au nombre de fois préconisé par l'expert pédagogique au début du projet
- Warning si un élément du scénario ou un élément du jeu n'a pas de nom.
- Warning si une *Connaissance*, un *Comportement* ou un *Participant* est connecté à un élément du scénario, mais à aucun enfant de ce sous-élément.
- Warning si un *Document* n'a pas de type défini (image, texte ou exécutable).
- Warning si un *Commentaire* n'a aucun destinataire (rôles des personnes qui font partie de l'équipe de création).
- Warning si un *Connecteur* à un coté qui n'est pas attaché à un élément du scénario.

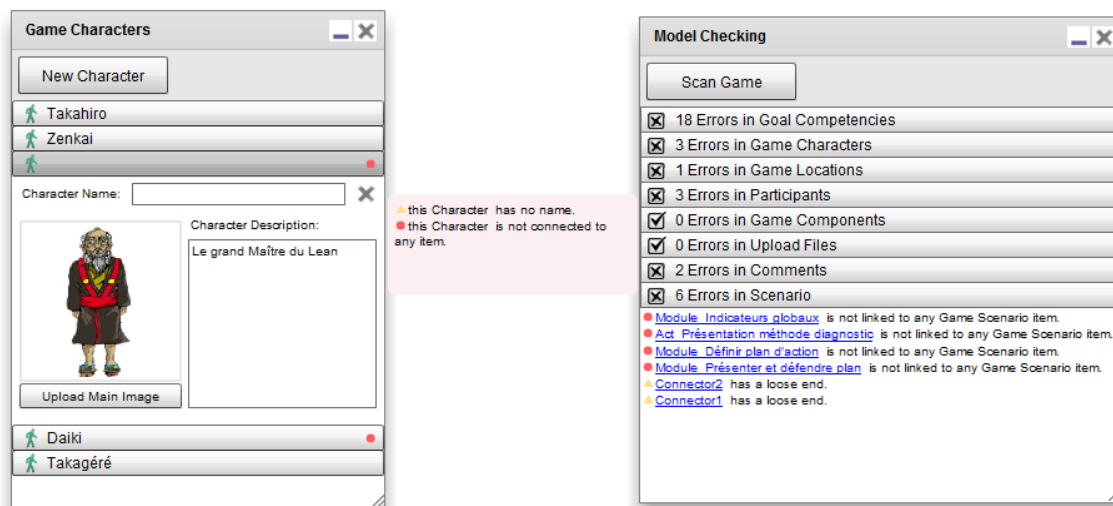


Figure 51 : Visualisation des Warnings et des Erreurs et la palette validation du modèle

Pour faciliter le travail des concepteurs, un clic que les liens dans la palette de validation de modèle ouvrent directement la palette et l'élément concerné par le problème.

5.3.7 Étape 7 : spécifications pour l'équipe de réalisation

À ce stade de la conception, le niveau 1 (Modules-Missions) et le niveau 2 (Acts-Sequences) sont assez détaillés. C'est le moment de faire intervenir le *screen designer* pour concevoir l'enchaînement des écrans qui constituent chaque séquence du LG.

Pour aider le *screen designer*, LEGADEE propose un gabarit type d'écran conforme à la modélisation des écrans présentée au chapitre 4 (Figure 52). Différents champs sont ainsi proposés : identifiant, titre qui s'affichera sur l'écran, indications concernant la mission destinée au joueur, infos bulles, dialogues... LEGADEE propose également une image par défaut qui encourage le *screen designer* à utiliser les images téléchargées pour les personnages et les lieux du jeu pour concevoir les maquettes des écrans. Ils sont aussi incités à indiquer les objets cliquables avec une image de pointeur en forme de main.

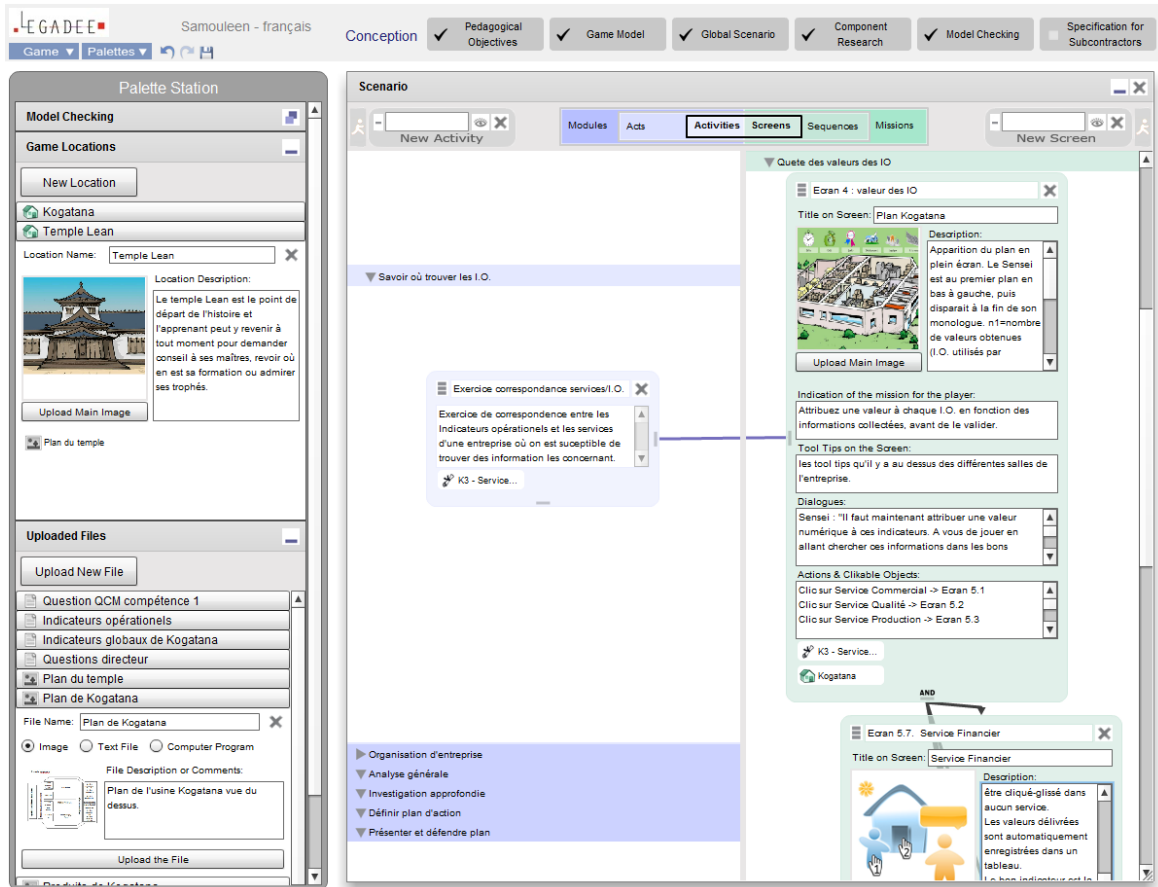


Figure 52 : Étape 7 de la conception du LG – vue screen designer

Une fois que tous les écrans sont assez détaillés, LEGADEE permet d'exporter l'ensemble des spécifications sous forme de document HTML pour que l'équipe de réalisation puisse développer le jeu (Figure 53). Ces spécifications contiennent les informations des trois niveaux du scénario, les informations détaillées sur les éléments du scénario (module, mission, actes, séquences, activité), mais surtout le story-board complet avec la liste des écrans. Le document contient aussi la description des compétences, des personnages et des lieux du jeu. Il fournit les informations sur les éventuels composants réutilisables choisis par les concepteurs et les documents fournis par les concepteurs avec le lien pour les télécharger. Les commentaires laissés par les concepteurs sont aussi intégrés aux spécifications directement sur les éléments du jeu concernés.

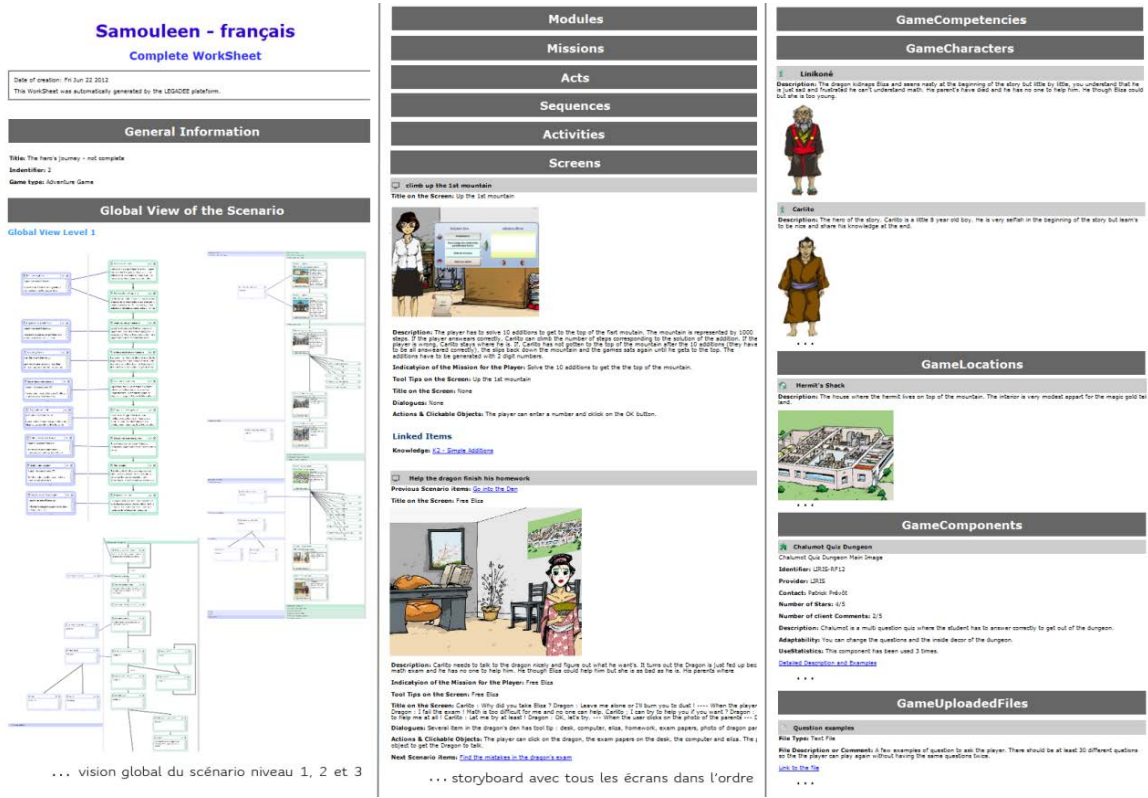


Figure 53 : Spécifications complètes exportées de LEGADEE

LEGADEE donne la possibilité d'exporter des spécifications adaptées aux membres de l'équipe de réalisation (Figure 54 **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Ainsi, dans notre exemple de Samoulean, les concepteurs ont exporté des spécifications complètes pour le chef d'équipe de la réalisation. Ils ont aussi envoyé des spécifications contenant uniquement la vision globale du scénario et le storyboard aux développeurs. Enfin des spécifications contenant uniquement les descriptions visuelles et textuelles des écrans, des personnages et des lieux du jeu ont été envoyées à un graphiste.

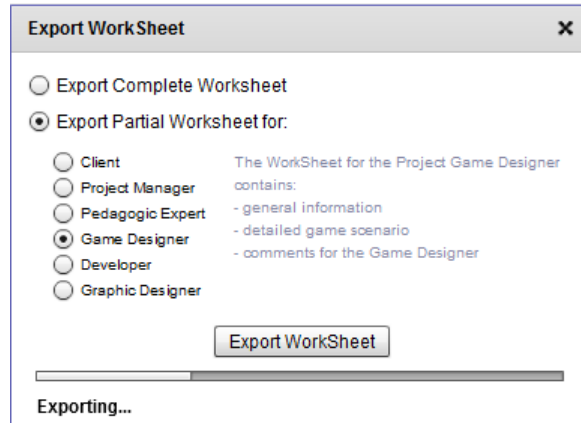


Figure 54 : Choix du type d'exportation

5.4 LEGADEE : les choix d'ingénierie

5.4.1 Langage de développement

Pour répondre aux besoins de conception collaborative faisant intervenir des personnes physiquement éloignées, nous avons choisi de développer LEGADEE comme une application web. De plus, considérant la complexité de la plateforme, nous devons choisir un langage permettant le développement d'applications Internet riches (*rich Internet application*) capable de s'exécuter localement. Nous avons également besoin d'un langage de programmation hautement structuré pour faciliter le développement avec une architecture organisée et que nous pourrions facilement adapté et enrichir. Ces contraintes nous ont fait pencher entre deux langages de programmation : HTML5 et AS3.

Quand nous avons commencé à coder LEGADEE, en août 2011, le HTML5 n'était pas encore très répandu et il causait des problèmes d'affichages sur certains navigateurs. Quant à l'AS3, il était plus facile de trouver des forums et des exemples d'application et l'environnement Flex proposait une bibliothèque de composants d'interface tels que les fenêtres, les listes déroulantes, les *data grid* ... dont nous avons besoin. Enfin, la seule restriction des fichiers Flash qui sont exportés de l'environnement Flex, concerne le fait qu'ils ne fonctionnent pas sur l'IOS d'Apple. Ce point ne nous posait aucun problème puisque LEGADEE vise une utilisation sur un ordi-

nateur avec un grand écran. Pour toutes ces raisons, nous avons donc opté pour un développement en AS3 sur la plateforme Flex⁸⁰.

5.4.2 Architecture de LEGADEE

LEGADEE utilise une architecture inspirée du modèle MVC (*Model-View-Controller*) mise au point par Reenskaug (1978). Tous les éléments du scénario (missions, modules, actes, écrans, personnage du jeu, lieux du jeu...) ont une **classe MC** (Modèle-Contrôleur) qui contient les données et les fonctionnalités importantes (logique de contrôle, gestion des événements, synchronisation) et une **classe V** (Vue) qui s'occupe uniquement de la représentation graphique de l'élément (Figure 55).

Cette modélisation est idéale pour LEGADEE puisque tous les éléments du LG doivent, à tout moment, être modélisés, mais ne sont pas forcément visible sur l'interface. En effet, comme l'avons vu, LEGADEE affiche seulement une sélection d'éléments en fonction de l'étape de conception et du rôle du concepteur. De plus, il arrive qu'un élément soit représenté de différentes façons (petit ou grand avec plus ou moins de détails). Les classes MC sont donc associées à zéro, une ou plusieurs classes V.

Pour faciliter les échanges entre les classes MC et les classes V, chaque classe MC contient une propriété **VisualInstance**, qui pointe vers son homologue V, et chaque classe V contient une propriété **ModelControlleurInstance**, qui point vers son homologue MC. La Figure 55 **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** montre le diagramme de classes des principaux éléments du LG avec la modélisation en MC et V et les liens entre les classes. Nous ne rentrerons pas plus dans les détails techniques dans ce chapitre, mais il y a beaucoup plus d'information sur l'architecture et le fonctionnement interne de la plateforme dans la documentation fonctionnelle de LEGADEE qui se trouve dans l'annexe (cf. Annexe I, p265).

⁸⁰ <http://www.adobe.com/fr/products/flex.html>

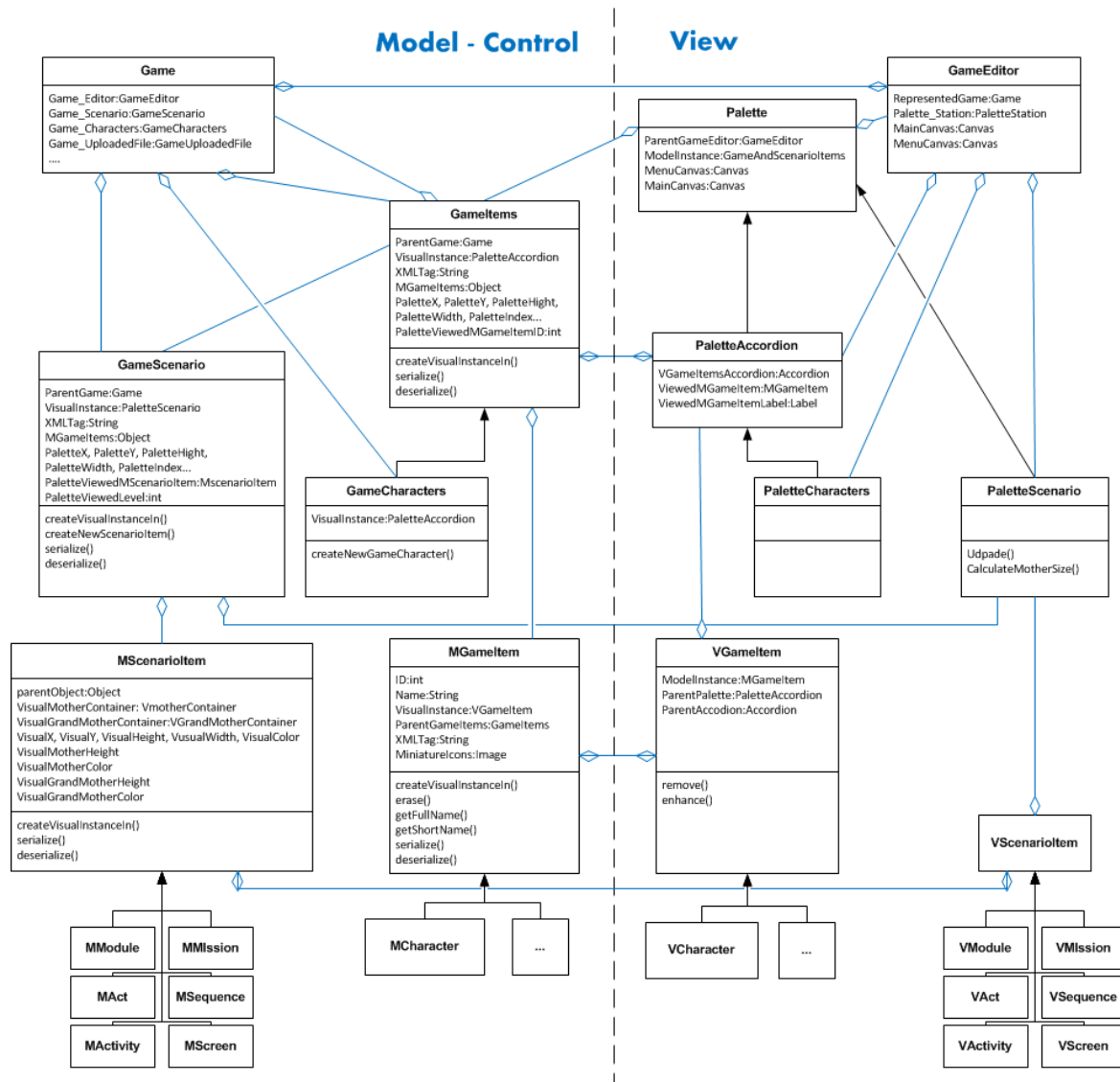


Figure 55 : Architecture Modèle-Contrôleur / Vue de LEGADEE

5.4.3 Système de sauvegarde, d'importation et d'exportation de scénarios

LEGADEE a besoin de sauvegarder et de recharger le LG très souvent puisqu'elle offre des fonctionnalités de Undo-Redo sur les 50 dernières actions. De plus, nous avons prévu, dans une prochaine version de LEGADEE, d'ajouter la fonctionnalité copier/coller et d'ajouter une liste de gabarits pré-remplis ce qui sera beaucoup plus simple avec un fichier XML.

Enfin, nous avons aussi envisagé la possibilité d'exporter le LG avec un format spécifique XML compatible avec d'autres plateformes qui propose des outils de développement simplifiés pour réaliser un prototype fonctionnel du jeu. C'est par exemple le cas de la plateforme <E-Adventure> dans laquelle il est possible d'importer des scénarios décrits avec l'éditeur de scénario WEEV (Marchiori *et al.*, 2012).

Le fichier XML de sauvegarde est enregistré côté serveur quand l'utilisateur enregistre son LG, mais il peut également sauvegarder le fichier XML sur son ordinateur et le réimporter quand il le souhaite.

Enfin, LEGADEE stocke aussi des traces d'utilisation au format XML. Ainsi sont sauvegardées les actions importantes comme la création ou la suppression d'éléments, la navigation ou encore la connexion et la déconnexion. Chaque événement est daté. Ces traces nous ont servi pour l'évaluation de LEGADEE décrite dans le chapitre 6.

SYNTHÈSE

Dans ce chapitre, nous avons décrit la plateforme d'aide à la conception **LEGADEE** (*LEarning GAmE DEsign Environment*). Cette plateforme réifie les propositions de recherche faites pendant la thèse, en particulier :

- la méthodologie globale de conception collaborative et une base de données de composant logiciels réutilisables (chapitre 3)
- le modèle de scénarisation de LG (chapitre 4)

À travers un exemple de LG, nous avons détaillé tous les outils proposés par LEGADEE en fonction des étapes de la conception, mais aussi des rôles des concepteurs. Grâce à un système de palettes, les concepteurs ont la possibilité de spécifier les compétences ciblées, les rôles, les personnages et les lieux de l'histoire et de les intégrer au scénario. À tout moment, LEGADEE propose un système analysant la conception en cours et propose des solutions pour aider les concepteurs à élaborer un scénario équilibré et complet qui intègre les compétences cibles définies au début du projet.

Enfin, nous avons discuté brièvement des contraintes qui nous ont poussées à choisir l'AS3 pour développer la plateforme. Nous avons également parlé des choix d'ingénierie concernant l'architecture selon une approche Modèle-Contrôleur / Vue ainsi que les choix du format XML pour la sauvegarde du LG.

Chapitre 6. Évaluation et analyse des résultats

6.1 Évaluations de LEGADEE	203
6.1.1 Caractéristiques de LEGADEE à évaluer	203
6.1.2 Les trois évaluations complémentaires de LEGADEE	204
6.1.3 Première expérimentation de LEGADEE	204
6.2 Protocole d'évaluation pour mesurer l'utilité d'un outil auteur	205
6.2.1 Conception	206
6.2.2 Uniformisation des scénarios de LG	209
6.2.3 Évaluation	211
6.2.4 Analyse	211
6.3 Critères d'évaluation de la qualité d'un Learning Game	213
6.3.1 Objectifs d'apprentissage	216
6.3.1.1 T1. Intégration des compétences cibles dans le scénario	216
6.3.1.2 E1. Activités pédagogiques adaptées à la formation	217
6.3.1.3 E2. Structuration des activités pédagogiques adaptées à la formation	217
6.3.2 Interactions	217
6.3.2.1 E3. Qualité et pertinence des interactivités	218
6.3.2.2 T2. Diversité et attractivité des interactivités	218
6.3.3 Problèmes et progression	219
6.3.3.1 E4. Motivation intrinsèque	219
6.3.3.2 E5. Phases d'apprentissages régulières et constantes	219
6.3.3.3 E6. Liberté d'action et stratégies de résolution	219
6.3.3.4 E7. Challenge constant	220
6.3.3.5 E8. Reconnaissance de la progression du joueur dans le jeu	220
6.3.4 Décorum	221
6.3.4.1 E9. Pertinence du décorum	221
6.3.4.2 E10. Attractivité et originalité du jeu	221
6.3.5 Conditions d'utilisation	221
6.3.5.1 E11. Respect des contraintes liées aux aspects techniques et organisationnels	222
6.3.5.2 E12. Intégration du LG au contexte de formation	222
6.3.6 Coût prévisionnel	222
6.3.6.1 T3. Réutilisation des composants logiciels	222
6.3.6.2 T4. Clarté et détails des spécifications par rapport au temps de conception	223
6.3.6.3 T5. Erreurs de connexion dans le scénario	224
6.4 Observations et analyse de l'évaluation	225
6.4.1 Analyse des observations lors de la conception des Learning Games	225
6.4.1.1 Observations sur l'utilisabilité de LEGADEE	225
6.4.1.2 Observation sur la compréhension du modèle de scénarisation	226
6.4.1.3 Observation sur l'utilité perçue de LEGADEE	227
6.4.1.4 Synthèses des observations lors de la conception des Learning Games	228

Chapitre 6. Évaluation et analyse des résultats

6.4.2 Analyse des observations lors de l'uniformisation des LG.....	229
6.4.3 Analyse des grilles de qualité des Learning Games.....	231
6.4.4 Synthèse des analyses et leçons tirées.....	236

Dans cette thèse, nous avons proposé une méthodologie globale de création collaborative (chapitre 3) et un modèle de scénarisation de LG (chapitre 4). Ces propositions sont basées sur des recherches bibliographiques, sur les 20 années d'expérience de l'INSA de Lyon en création et utilisation de LG, mais également sur nos observations des usages dans 4 entreprises de jeux vidéo et d'e-learning. Après avoir réifié nos propositions dans la plateforme LEGADEE (chapitre 5), nous sommes en mesure de faire une première évaluation de nos propositions.

Dans la première partie de ce chapitre, nous allons discuter des différentes **caractéristiques de LEGADEE que nous voulons évaluer** et des méthodes d'évaluation. Nous verrons d'ailleurs que pour tester l'**utilité** de LEGADEE, nous avons dû imaginer une méthode particulière pour mesurer l'impact réel de l'utilisation de cet outil sur la qualité des LG.

Dans la deuxième partie de ce chapitre, nous détaillerons la **méthode d'évaluation pour mesurer l'utilité de LEGADEE**. Celle-ci permet de comparer la qualité de 24 LG conçus avec ou sans l'utilisation de LEGADEE. Notre objectif est d'étudier l'impact de LEGADEE sur les concepteurs. Pour cela, chacun d'entre eux avait 2 LG à réaliser, certains utilisent LEGADEE seulement pour le premier et les autres seulement pour le deuxième. Pour des raisons de coût et de temps, nous ne développons pas les LG conçus ; nous comparons uniquement leur qualité en nous basant sur les spécifications fournies par les concepteurs (scénario, story-board, maquettes). Leur qualité potentielle est mesurée par 6 experts en LG à l'aide d'une grille de critères.

Dans la troisième partie de ce chapitre, nous détaillons la **grille de critères qualité** utilisée lors de l'évaluation pour estimer la qualité des LG en cours de conception. Cette grille donne des précisions sur la qualité pédagogique du LG, son potentiel ludique ainsi que son utilité dans le contexte de formation, avant même la réalisation et l'utilisation de celui-ci. La grille permet également de mesurer le respect du cahier des charges initial et donne des indications sur le coût potentiel du LG.

Dans la dernière partie de ce chapitre, nous proposons une **analyse des observations** faites pendant l'évaluation de LEGADEE ainsi qu'une analyse de l'impact concret de l'utilisation de LEGA-

DEE sur la qualité des LG. Nous verrons notamment que la qualité des LG s'améliore légèrement sur certains points quand les concepteurs utilisent LEGADEE. De plus, quand il leur est demandé de concevoir à nouveau un LG sans LEGADEE, la qualité de leur LG est encore meilleure ce qui suppose un effet d'apprentissage de notre processus de conception et de notre modèle de scénarisation.

6.1 Évaluations de LEGADEE

Dans cette partie, nous identifions les caractéristiques de l'outil auteur LEGADEE que nous souhaitons évaluer les méthodes choisies.

6.1.1 Caractéristiques de LEGADEE à évaluer

Pour identifier les caractéristiques à évaluer, nous reprenons les notions d'**utilité**, d'**utilisabilité** et d'**acceptabilité**, largement utilisées pour l'évaluation des EIAH. D'après Tricot *et al.* (2003) ces notions peuvent, en effet, être appliquées quel que soit l'objet finalisé à évaluer. Nous reprenons donc ces termes en enrichissant leur définition en fonction des éléments spécifiques liés à l'évaluation de notre outil auteur.

- **L'utilité est la possibilité d'atteindre le but de l'objet** (Tricot *et al.*, 2003). Dans notre cas, nous considérons qu'un outil auteur de LG est utile s'il facilite la conception de LG de meilleure qualité avec un coût et un temps de production moindres.
- **L'utilisabilité représente la maniabilité de l'objet** (Tricot *et al.*, 2003). Dans notre contexte, l'utilisabilité d'un outil auteur de LG dépend essentiellement des caractéristiques de son interface et notamment sa cohérence, sa lisibilité, sa navigation, sa simplicité, sa cohérence...(Bastien & Scapin, 1993; Spool *et al.*, 1998)
- **L'acceptabilité reflète l'opinion de l'utilisateur final vis-à-vis de l'utilisation de l'objet** (Tricot *et al.*, 2003). Dans notre contexte, il s'agit de savoir si, après avoir été familiarisés avec l'outil auteur, des concepteurs de LG, travaillant dans une entreprise ou un laboratoire choisissent, par eux même, d'utiliser cet outil.

6.1.2 Les trois évaluations complémentaires de LEGADEE

Comme nous venons de le voir, LEGADEE, et indirectement les propositions qu’il réifie, peut donc être évalué selon son utilité, son utilisabilité et son acceptabilité. Afin d’analyser notre outil avec précision, nous proposons trois évaluations complémentaires :

Une première expérimentation pour mesurer l’**utilité** du modèle de scénarisation et le processus de conception, mais aussi pour valider l’**utilisabilité** de LEGADEE.

Une deuxième expérimentation pour mesurer l’**utilité** de la méthodologie globale de création et les outils de collaboration.

Une troisième expérimentation pour vérifier l’**acceptabilité** de LEGADEE dans un contexte d’entreprise de LG.

Dans la suite de ce chapitre, nous présentons uniquement la première évaluation. La deuxième et la troisième expérimentation seront détaillées dans les perspectives (cf. chapitre 7).

6.1.3 Première expérimentation de LEGADEE

Comme nous l’avons montré, un des buts de la première évaluation est de mesurer l’**utilité de LEGADEE** et notamment en ce qui concerne le **modèle de scénarisation** et le **processus de conception**. Dans un premier temps, nous analysons différentes techniques existantes pour mesurer l’utilité d’un outil auteur de LG.

Une technique dévaluation consiste à analyser les caractéristiques de l’outil selon une grille de critères comme nous l’avons d’ailleurs fait lors notre état de l’art. Cette technique est souvent utilisée (Murray, 1999; Djaouti, 2011) pour savoir si un outil répond à une demande spécifique ou à un contexte particulier, mais ne donne pas d’information sur la qualité des LG réellement conçu avec ces outils.

Il est également courant d’évaluer un outil auteur de façon empirique en analysant uniquement les observations faites pendant l’utilisation de l’outil. Cette technique, utilisée par exemple pour ScenLRPG (Mariais, 2012) ou encore <E-Adventure> (Moreno-Ger *et al.*, 2008) fournit des informations précieuses sur l’outil, mais ne permet pas de vérifier que les LG conçus avec les outils sont réellement meilleurs que ceux conçus sans l’outil.

Pour arriver à mesurer l'impact d'un outil auteur de LG, nous pensons qu'il est nécessaire de comparer les LG conçus par une même personne, avec l'outil auteur et sans l'outil auteur. Cependant, une telle évaluation est loin d'être simple. En effet, si les concepteurs doivent imaginer deux LG, ils doivent obligatoirement traiter des 2 sujets différents pour ne pas que les concepteurs soient influencés par leur première conception. Mais dans ce cas, comment comparer la qualité de ces deux LG ? De plus, il serait beaucoup trop coûteux de développer ces LG. Comment peut-on donc évaluer la qualité d'un LG uniquement en se basant sur des spécifications textuelles ? Dans la suite de ce chapitre, nous tentons de répondre à ces questions en proposant un protocole d'expérimentation originale.

L'autre but de notre première évaluation est de mesurer l'**utilisabilité de LEGADEE**. En réalité, l'interface a été testée tout au long de la conception et du développement de notre outil. En effet les maquettes et les prototypes ont été inspectés régulièrement par des experts dans ce domaine. La première évaluation de LEGADEE nous a fourni l'occasion de valider l'utilisabilité sur un groupe d'utilisateurs. Selon la méthodologie préconisée par Nielsen (1993) nous avons observé les concepteurs et recueilli les remarques concernant les difficultés de compréhension des fonctionnalités.

6.2 Protocole d'évaluation pour mesurer l'utilité d'un outil auteur de Learning Game

Dans cette partie, nous allons détailler le protocole d'évaluation que nous avons imaginé pour évaluer l'utilité de notre outil auteur LEGADEE. Le protocole que nous présentons a pour but d'être le plus générique possible et nous pensons qu'il peut, en étant adapté un minimum, être appliqué à n'importe quel outil auteur de LG.

Notre protocole d'évaluation comporte 4 grandes étapes (Figure 56). Nous avons choisi 12 enseignants-chercheurs pour évaluer notre outil parce qu'il s'agit d'une population avec des compétences en enseignement et qui s'intéresse aux recherches sur les LG. De plus, nous voulions une population aussi homogène que possible pour pouvoir analyser nos résultats plus facilement. Le principe de notre évaluation consiste à demander à ces 12 sujets de concevoir 2 LG, chacun répondant à des cahiers des charges différents (noté A et B). Un de ces LG est conçu avec LEGADEE et l'autre sans LEGA-

DEE. De plus, les cahiers de charges ont été distribués dans un certain ordre afin d'avoir toutes les configurations possibles (LG A ou LG B en premier, avec ou sans LEGADEE en premier). Les LG conçus sans LEGADEE sont ensuite transférés dans notre outil selon un ensemble de règles. Cette retranscription a pour but d'uniformiser le format des LG pour que l'on ne puisse pas différencier ceux qui ont été conçus sans LEGADEE de ceux conçus avec. Les LG sont ensuite évalués à l'aide d'une grille d'analyse (que nous présenterons dans la suite de ce chapitre) par 6 experts de LG. Enfin, les grilles d'évaluations et les traces d'exécution sont analysées pour identifier l'impact de l'utilisation de LEGADEE sur la qualité des LG.

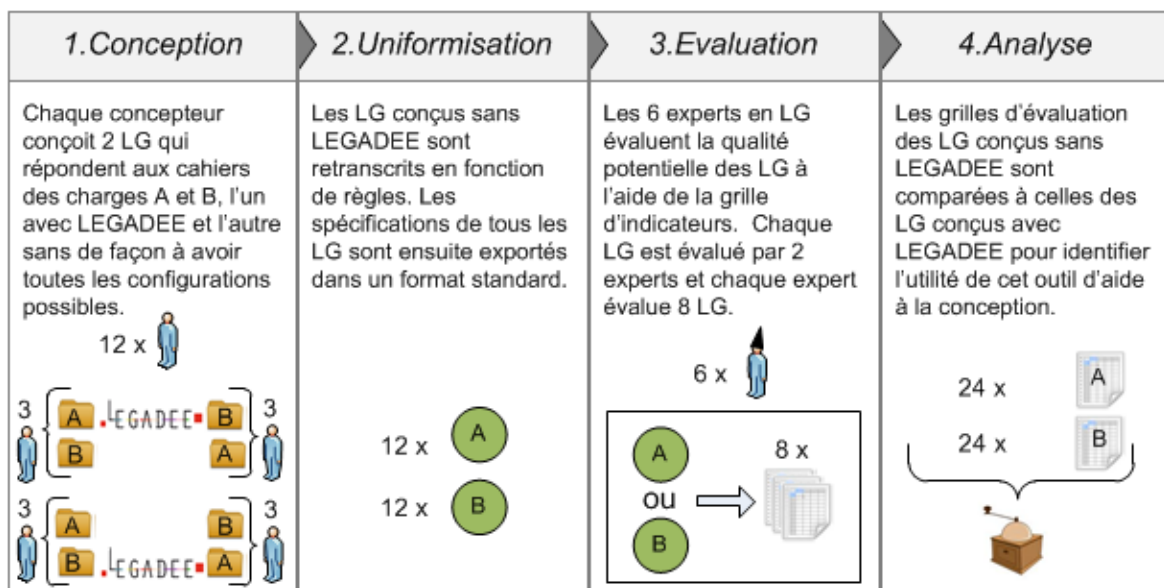


Figure 56: Protocole d'expérimentation

Dans la suite, nous allons revenir en détail sur ces 4 étapes en justifiant notre protocole d'expérimentation et en explicitant les méthodes de recueil de données qui nous ont servi pour évaluer LEGADEE.

6.2.1 Conception

Lors de la phase de conception, nous avons sélectionné 12 sujets pour concevoir les LG. La moitié d'entre eux avaient déjà des connaissances sur le domaine des LG et les autres ont reçu une petite formation de 10 minutes avec des exemples concrets. Nous leur avons également fourni une liste de « conseils de conception ».

Ces 12 concepteurs ont imaginé 2 scénarios de LG chacun répondant à des cahiers des charges différents (noté A et B). Afin que les LG soient comparables, nous avons fourni des **cahiers des charges** avec des demandes précises concernant les attentes des commanditaires, le contexte de formation (profils des élèves, temps de formation, matériel, présentiel...), le contenu pédagogique à intégrer dans le LG (liste complète des compétences, connaissances et comportements) ainsi que les contraintes liées à la formation. Puisque nous voulions nous rapprocher le plus possible de vrais contextes d'utilisation, les cahiers des charges ont été imaginés pour être les plus réalistes possible. Nous décrivons ci-après, ces cahiers des charges de façon synthétique (descriptions complètes dans l'Annexe II, p297).

Le LG « A » doit répondre au besoin d'universités qui souhaitent un LG pour aider les élèves de première année de Licence Math-Informatique à comprendre les principes basiques de la programmation en C. Ce LG a pour but de contrer le taux de réussite très bas rencontré dans cette matière dû à l'abandon des élèves. Les universités souhaitent un LG collaboratif qui conduira les élèves à produire des applications dont ils seront fiers et qui illustrent l'utilité de la programmation.

Le LG « B » doit répondre au besoin d'une grande chaîne de distribution alimentaire qui développe son nouveau système de livraison écologique de course à domicile. L'entreprise a besoin d'un LG pour former ses nouvelles recrues qui livrent les commissions avec des triporteurs électriques. La chaîne souhaite utiliser un LG pour aider les formateurs à enseigner et à convaincre les recrues de l'utilité des règles de sécurité et d'hygiène ainsi que de l'utilisation du système GPS. En effet, le système de formation traditionnel ne donne pas de résultats satisfaisants. De plus, les responsables souhaitent ajouter à la formation un rappel du Code de la route pour que leurs recrues aient une conduite irréprochable afin de préserver leur image de marque.

Chaque sujet doit donc concevoir un de ces LG avec LEGA-DEE et l'autre sans l'outil (en utilisant d'autres outils comme le papier, Word, PowerPoint...). Ils avaient autant de temps qu'ils voulaient mais les expérimentations ont durées en moyenne 5h. Les cahiers de charges ont été distribués dans un certain ordre afin d'avoir avec toutes les configurations possibles :

- 3 concepteurs ont imaginé le LG A puis le B avec LEGADEE
- 3 concepteurs ont imaginé le LG B puis le A avec LEGADEE
- 3 concepteurs ont imaginé le LG A avec LEGADEE puis le B
- 3 concepteurs ont imaginé le LG B avec LEGADEE puis le A

De plus, nous avons pris le soin de distribuer les concepteurs « experts » en LG de la façon la plus homogène possible dans ces 4 groupes. L'idéal aurait été d'avoir 8 experts mais nous n'en avons trouvé que 6. Ainsi, 1 des experts a été placé dans le 1^{er} groupe, 2 dans le 2^{ème} groupe, 2 dans le 3^{ème} groupe et 1 dans le 4^{ème} groupe. Cette configuration nous permet de mesurer s'il y a une amélioration de la qualité des LG conçus avec LEGADEE, indépendamment du type A ou B. Elle nous permet également d'observer si les performances des concepteurs sont impactées par le fait d'avoir utilisé LEGADEE en premier ou en deuxième.

Dans tous les groupes, les concepteurs ont reçu une formation sur le processus de conception et le modèle de scénarisation ainsi que sur le fonctionnement de l'outil LEGADEE juste avant de l'utiliser. En effet, nous ne voulions pas qu'ils soient influencés par ces éléments lors de leur première conception sans LEGADEE. Nous leur avons également fourni un exemple de LG modélisé avec notre modèle de scénarisation (voir Annexe III, p309). Pour que cet exemple soit simple à comprendre, nous avons choisi de proposer un LG sur les additions et les multiplications, mis en scène avec un scénario typique du *hero's journey* (Campbell, 2003).

Lors de la conception, les participants devaient, dans un premier temps, décrire le scénario global et l'environnement de jeu. Afin de limiter le temps de l'expérimentation, ils devaient ensuite décrire en détail uniquement les activités qu'ils souhaitaient mettre en place pour faire acquérir une des compétences cibles précisées dans le cahier des charges. De plus, ils pouvaient utiliser tout les outils supplémentaires qu'ils souhaitaient : dessin sur papier, Word, Power-Point, Visio, Paint... Nous avons également demandé à chaque participant de remplir une feuille de route avec des indications sur le temps passé à travailler sur la conception et les outils utilisés.

Nous avons également fourni une liste papier de **20 composants logiciels réutilisables** qu'ils pouvaient choisir d'intégrer dans leur LG pour réduire leur coût de production (voir Annexe IV, p314). Lorsque les concepteurs utilisaient LEGADEE, les composants

étaient directement accessibles via la *Palette Composants* et ils pouvaient donc faire des recherches par mots-clés et par type sur leurs métadonnées LOMFR-LG (cf. chapitre 3) pour trouver les composants qui convenaient à leurs besoins.

Enfin, nous avons informé chaque concepteur que leurs scénarios seraient évalués par des experts en fonction de leurs qualités pédagogiques, leurs qualités ludiques, leur adéquation au cahier des charges, mais également en fonction du coût prévisionnel de la production de leur LG.

6.2.2 Uniformisation des scénarios de LG

Afin que les LG conçus avec LEGADEE ne soient pas immédiatement décelables et influencent ainsi l'évaluation des experts, nous avons retranscrit les LG qui n'ont pas été conçus avec LEGADEE dans notre l'outil, avec des règles, de façon à être le plus neutre possible. Voici les principes qui nous ont permis de retranscrire la description générale du LG dans LEGADEE :

- Description du scénario dans le temps avec plusieurs paragraphes ou éléments numérotés → création de *Missions* successives pour représenter chacune de ces phases dans LEGADEE.
- Description des objectifs pédagogiques pour des phases du LG → création de *Modules* avec la Compétence associée et liaison de ce *Module* à la *Mission* qui modélise la phase du LG dans LEGADEE.
- Description du LG contient plus de deux fois le nom d'un personnage d'un lieu de l'histoire ou d'un participant à la formation → création de cet élément dans LEGADEE.
- Apparition du nom d'un personnage, d'un lieu de l'histoire ou d'un participant à la formation dans la description d'une phase du scénario → ajout de cet élément à la *Mission* qui décrit cette phase dans LEGADEE.
- Commentaires ajoutés au crayon à papier ou clairement adressés à une personne spécifique pour une phase du scénario → création d'un *Commentaire* pour retranscrire les informations et liaison de ce *Commentaire* à la *Mission* qui décrit cette phase dans LEGADEE.
- Croquis, liste de données ou exemple pour une phase du scénario → création d'un *Document* pour retranscrire les informations et liaison de ce *Document* à la *Mission* qui décrit cette phase dans LEGADEE.
- ...

Malgré cette liste de principe et pour certains des scénarios les moins détaillés, nous avons été contraints de faire des choix cer-

tains éléments (comme l'ordre des phases dans le jeu ou la nature des exercices) et donc d'enrichir un peu le scénario, ce qui constitue un biais potentiel.

Une fois tous les LG intégrés dans LEGADEE, nous avons utilisé la fonctionnalité d'exportation pour générer des spécifications visuelles standardisées, contenant tous éléments définis par les concepteurs. La Figure 57 montre un exemple partiel de fichier HTML de spécifications telles qu'exportées par LEGADEE.

Figure 57 : Exemple d'exportation d'un LG fourni par un concepteur

Comme nous l'avons décrit dans le chapitre 5, les spécifications exportées par LEGADEE affichent, dans la première partie, 3 images qui représentent le scénario du LG selon les trois niveaux de granularité de notre modèle. Dans le contexte de notre expérimentation, seule la première image des spécifications, qui représente la vision globale du LG, est bien remplie. La deuxième et la troisième image ne contiennent que quelques éléments puisqu'il a été demandé aux concepteurs de décrire uniquement une partie des activités. Le document de spécification contient ensuite tous les éléments du jeu :

Modules, Missions, Actes, Séquences, Activités, Écrans, Compétences, Personnages, Lieux... Certains concepteurs ont eu le temps d'ajouter des images et des précisions sur les *Écrans* et les *Personnages*, mais la plupart du temps, la fin des spécifications est presque vide.

Pour chaque LG, nous avons également rassemblé toutes les informations supplémentaires fournies par les concepteurs dans un seul document joint aux spécifications. Nous leur avons notamment demandé de décrire, en trois phrases, les concepts phares de leur LG pour fournir des indications supplémentaires aux experts.

6.2.3 Évaluation

Pour évaluer la qualité des LG conçus, nous avons fait appel à un groupe de 6 experts du domaine composés de chercheurs et de praticiens travaillant dans le domaine des LG depuis plus de 5 ans. Chaque expert a reçu 8 LG sous la forme de spécifications exportées par LEGADEE et une grille avec les critères de qualité à évaluer. Cette grille d'évaluation sera détaillée dans la deuxième partie de ce chapitre. Nous avons distribué les LG de façon à ce que chacun d'entre eux soit évalué par 2 experts. Les experts ont également reçu les cahiers des charges et la liste des composants réutilisables pour qu'ils puissent juger si les LG proposés répondaient bien aux attentes et intégraient les ressources disponibles.

Nous leur avons également fourni un questionnaire à remplir à la fin de l'évaluation pour avoir plus d'information sur leurs expériences dans le milieu des LG et pour améliorer la grille d'évaluation. De plus, nous leur avons demandé d'indiquer un indice de confiance (de 1 à 3) pour chaque évaluation qu'ils faisaient afin de recueillir plus de précision sur la valeur de leurs appréciations.

6.2.4 Analyse

Les analyses se sont déroulées en quatre temps. Dans un premier temps, nous avons interprété les observations faites pendant que les sujets concevaient les LG. Nous avons ensuite étudié les résultats des questionnaires. Enfin, en comparant les grilles d'évaluation, nous avons pu analyser la qualité des différents LG conçus.

Pour mener ces analyses, nous avons utilisé différentes techniques de recueil de données qualitatives correspondant à la nature de nos questions et des informations à récolter :

- Nous avons assisté à la conception de 20 LG sur 24. En effet, certains des concepteurs ont fini de concevoir leur LG chez eux ou après l'évaluation. Lors de ces conceptions, nous avons pris des notes sur les outils utilisés et l'ordre des actions accomplies, des photos et des films.
- Les concepteurs étaient encouragés à poser des questions. Ainsi, nous avons pu discuter avec chaque concepteur au moins une fois. Pendant ces moments, nous avons eu recours à des techniques de verbalisation (Bisseret et al., 1999; Kovacs et al., 2004) pour comprendre le processus cognitif mis en œuvre par les concepteurs et ainsi identifier les difficultés de compréhension concernant le processus de conception, le modèle de scénarisation et l'utilisation de LEGADEE.
- Nous avons mené des entretiens semi-dirigés avec 4 des concepteurs à la fin de l'expérimentation. L'objectif de ces entretiens était de recueillir le ressenti des concepteurs sur l'outil.
- Nous avons mené un entretien ouvert avec un des concepteurs qui a effectué la totalité de l'évaluation à distance. Nous avons ainsi pu avoir des informations sur les difficultés de compréhension.
- Comme nous l'avons vu dans le chapitre 5, LEGADEE propose un service de trace. Nous avons utilisé ce service lors de notre évaluation pour répertorier toutes les actions importantes comme la création ou la suppression d'éléments dans le LG ou encore l'utilisation de certaines fonctionnalités comme la recherche de composants logiciels réutilisables ou le scan du scénario pour trouver des erreurs.
- Chaque concepteur a reçu un questionnaire afin de recueillir des informations sur les profils (compétences, expériences dans le domaine de conception de LG) et sur la facilité qu'ils ont eu à utiliser LEGADEE et le modèle proposé.
- Chaque expert a également reçu un questionnaire afin de recueillir des informations sur les profils et les commentaires concernant la grille d'évaluation que nous leur avons fournies.

À travers ces recueils de données, nous voulions notamment collecter assez d'informations significatives pour valider nos hypothèses. Pour rappel, nous avons fait l'hypothèse que notre modèle de scénarisation et notamment la représentation des liens entre les différents éléments (*objectifs pédagogiques, structuration pédagogique et scénario de mise en scène ludique*) faciliterait la conception de jeu qui soit réellement au service de l'apprentissage et qui prennent en compte tous les objectifs pédagogiques ciblés. Notre modélisation de scénario avait également pour but d'aider les concepteurs à formaliser leur scénario de façon claire et précise pour faciliter la communication avec les autres personnes impliquées dans la création du LG.

Toutefois, il est important de noter que, quels que soient les résultats obtenus lors de cette première expérimentation, ils devront être validés par les deux autres évaluations complémentaires que nous avons planifiées. En effet, les conditions particulières de cette première évaluation, et notamment le fait que le concepteur endosse à la fois les rôles d'expert pédagogique, de *game designer* et de *screen designer*, nous permettent d'analyser l'apport de LEGADEE uniquement pour un contexte particulier.







Maintenant que nous avons présenté le protocole d'évaluation, nous allons détailler la grille des critères d'évaluation dont les experts se sont servis pour évaluer la qualité des LG. Ces critères ont également été fournis aux concepteurs sous la forme d'une liste de bons conseils (voir Annexe V, p317).

6.3 Critères d'évaluation de la qualité d'un Learning Game

Pour juger de la qualité d'un LG, nous proposons un ensemble d'indicateurs inspirés des travaux de Lepper & Malone (1987) et de Sanchez (2011) que nous avons validé et étoffé auprès d'un expert en LG, mais également avec des recherches bibliographiques sur le sujet. Nous avons également adapté les indicateurs à notre contexte de LG pour la formation dans le supérieur et au fait que les LG ne soient encore que sous forme de spécifications. Nous avons également tenté d'homogénéiser la granularité des indicateurs pour qu'ils soient facilement quantifiables par les concepteurs. Dans le cadre de l'évaluation de LEGADEE, ces indicateurs ont également été utilisés et validés par 8 experts de LG.

Afin d'analyser le LG sous différents angles, les indicateurs que nous proposons donnent des précisions sur la qualité pédagogique du LG, son potentiel ludique ainsi que son utilité dans le contexte de formation. Ils permettent également de mesurer le respect du cahier des charges initial et notamment le fait que toutes les compétences ciblées au début du projet sont bien intégrées dans le scénario. Enfin, ils donnent des indications sur les difficultés de réalisation et le coût prévisionnel de la création du LG.

Comme le montre la Figure 58, ces indicateurs, ou critères de qualité, sont structurés en 6 facettes qui représentent des angles de vision complémentaires sur les caractéristiques d'un LG :

-  Objectifs d'apprentissage
-  Interactions
-  Problèmes et progression
-  Décorum
-  Conditions d'utilisation
-  Coût prévisionnel

Les 5 premières facettes sont issues des recherches de Marne *et al.* (2012). En effet, parmi les autres études visant à identifier différents angles de visions pour analyser les LG (Dempsey & Johnson, 1998; Ferdig, 2008; Caron, 2012), leur proposition nous a paru la plus adaptée pour structurer nos indicateurs en catégories facilement compréhensibles par les concepteurs.

Cependant, nous avons dû modifier légèrement leur proposition pour qu'elle corresponde à nos besoins. En effet, dans leur article, les auteurs proposent également la facette « Simulation du domaine » que nous avons choisie de fusionner avec la facette « Problème et progression » car nous pensons qu'il est difficile de les analyser séparément. Dans leur article, Marne *et al.* (2012) préconisent de modéliser un simulateur du domaine séparé qui communique avec le LG. Ainsi, lors de la conception du LG « Donjon et Radon⁸¹ », utilisé pour enseigner les changements d'état de l'eau, les auteurs ont mis en place un moteur d'inférence qui communique avec le jeu pour lui fournir l'état de l'eau (solide, liquide et gazeux) en fonction de paramètres d'entrées comme la température et la pres-

⁸¹ <http://www.ad-invaders.com/project.php?id=19>

sion. Un des objectifs d'un tel simulateur est d'aider les *game designers*, qui ne sont pas spécialistes du domaine, à ne pas intégrer d'erreurs pédagogiques dans le LG. Bien que cette hypothèse paraisse prometteuse, la simulation du domaine est habituellement entremêlée aux problématiques et missions proposées aux apprenants et il nous semble difficile de les analyser séparément. Enfin, nous avons ajouté la sixième facette « Coût prévisionnel » puisque la réduction du coût de production est une de nos préoccupations centrales.

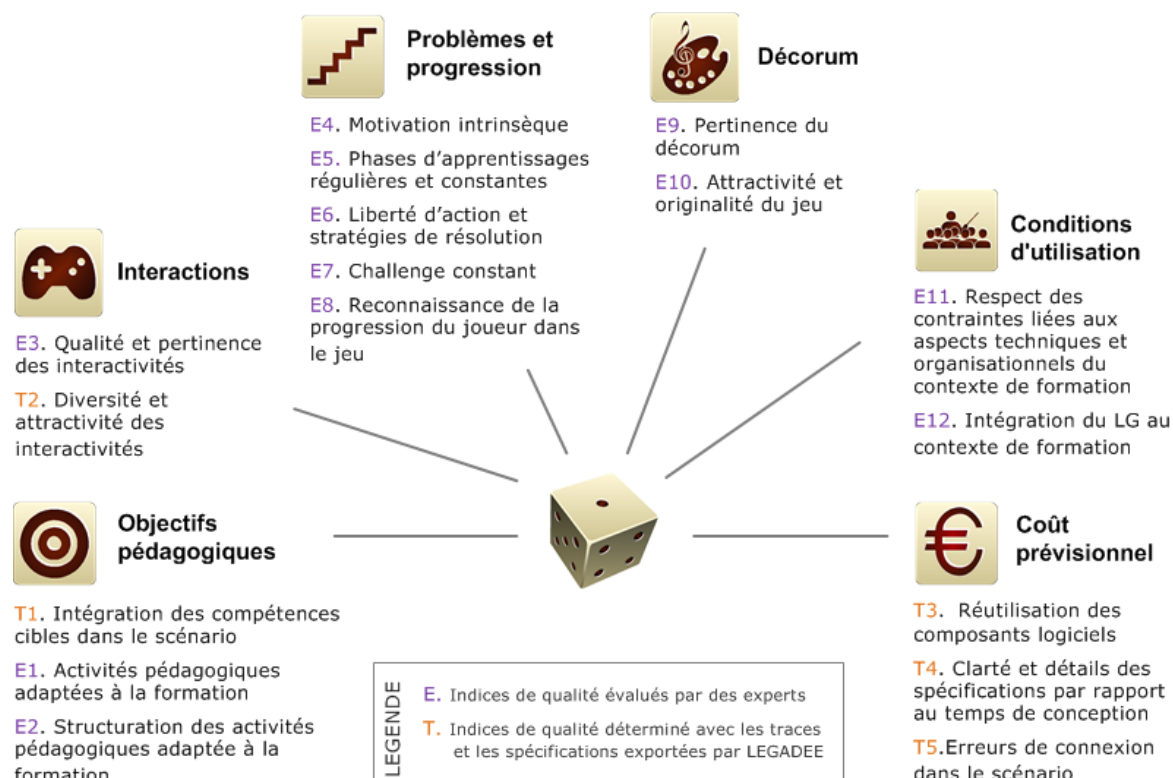


Figure 58 : Indicateurs de qualité d'un Learning Game structurés par facettes

Dans le cadre de notre expérimentation et grâce aux données chiffrables issues des spécifications et des traces fournies par LEGADEE, nous proposons de calculer certains de ces indicateurs (T1 à T5) de façon automatique. Les autres indicateurs (E1 à E12) seront évalués par les experts en LG.

Dans la suite de ce chapitre, nous allons détailler les 6 facettes et les indicateurs de qualité qui s'y rapportent. Nous proposons également des équations pour calculer la valeur de 1 à 4 de certains des indicateurs de façon automatique.

6.3.1 Objectifs d'apprentissage



Cette facette représente ce que l'on veut enseigner à l'apprenant (Marne *et al.*, 2012). Pour analyser la qualité du jeu à travers cette facette, nous allons donc nous intéresser à tous les indicateurs de qualité qui peuvent donner des indices sur la qualité pédagogique du LG. Pour cette analyse, nous adoptons une vision purement éducative des activités proposées dans le LG, les aspects ludiques seront analysés dans d'autres facettes. Dans la suite, nous allons décrire les indicateurs de qualité liés à cette facette.

6.3.1.1 T1. Intégration des compétences cibles dans le scénario

Pour que le LG réponde bien aux objectifs pédagogiques initiaux, il est nécessaire que les compétences cibles soient vues et intégrés dans le scénario global. Même si cette condition ne suffit pas à garantir les apports pédagogiques du LG, elle nous semble nécessaire pour s'assurer que toutes les compétences soient abordées au moins une fois.

Dans notre contexte, les objectifs pédagogiques sont structurés avec un modèle spécifique (chapitre 4) dans lequel chaque *Compétence* est décomposée en un ensemble de *Connaissances* et *Comportements*. Notre modèle permet également à l'expert pédagogique de préciser pour chacune de ces *Connaissances* et chacun des *Comportements*, le nombre de fois qu'il préconise qu'ils soient intégrés au scénario en fonction de leur importance. Dans le cas où le scénario est assez détaillé, nous pouvons donc évaluer l'intégration des *Compétences* de façon plus précise en analysant l'intégration de ces sous-éléments.

Dans le cadre de notre évaluation, et grâce au système de validation de LEGADEE, nous pouvons donc calculer la valeur de cette intégration automatiquement (règle de validation dans le chapitre 4). La valeur V_{T1} de l'indice de qualité « T1. Intégration des compétences cibles dans le scénario » est donc quantifiée avec une valeur de 1 à 4 en fonction de la proportion de *Compétences* bien intégrées.

$$V_{T1} = \begin{cases} 1, & \text{si } val \in [0 ; 0,25[\\ 2, & \text{si } val \in [0,25 ; 0,5 [\\ 3, & \text{si } val \in [0,5 ; 0,75[\\ 4, & \text{si } val \in [0,75 ; 1] \end{cases} \quad \begin{array}{l} \text{avec } n \text{ le nombre de Compétences cibles,} \\ C \text{ la représentation d'une Compétence,} \\ K \text{ la représentation d'une Connaissance} \\ B \text{ la représentation d'un Comportement} \end{array}$$

$$\text{avec } val = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^n \frac{\sum_{K_m \in C_i} \frac{\text{nb apparitions de } K_m}{\text{nb apparitions préconisée de } K_m} + \sum_{B_n \in C_i} \frac{\text{nb apparitions de } B_n}{\text{nb apparitions préconisée de } B_n}}{\sum_{K_m \in C_i} + \sum_{B_n \in C_i}}$$

6.3.1.2 E1. Activités pédagogiques adaptées à la formation

Dans les LG, la construction de compétences se produit à travers la réalisation de différentes activités. En plus des activités comme écouter et lire, que l'on retrouve en abondance dans l'enseignement traditionnel, les LG offrent la possibilité d'intégrer assez facilement des activités bien plus attractives dans lesquelles l'apprenant a un rôle actif comme enquêter, simuler, diagnostiquer, manipuler des outils, créer des objets... Chaque activité doit être adaptée à la formation. En effet, l'expert pédagogique doit être « un spécialiste capable de choisir, parmi une série de possibilités, la plus adaptée à une situation éducative déterminée » (Charlier, 1989).

Afin de bien analyser le LG sous tous les angles, nous nous intéressons ici uniquement à la pertinence du choix des activités elles-mêmes : leur enchaînement sera analysé plus bas. Il n'existe pas de règles strictes pour cette analyse, seulement des décisions plus ou moins adaptées aux contextes, aux élèves et aux objectifs d'apprentissage. C'est pourquoi nous laissons les experts en LG évaluer les choix des concepteurs.

6.3.1.3 E2. Structuration des activités pédagogiques adaptées à la formation

Nous nous intéressons ici à la pertinence de la structuration des activités pédagogiques. Au même titre que la qualité du choix des activités, le choix de leur enchaînement est primordial. En effet, l'ordre dans lequel les activités sont enchaînées doit être soigneusement planifié par l'expert pédagogique en adéquation avec sa stratégie d'enseignement (Dessus, 2000). Pour la structuration non plus, il n'existe pas de règles strictes et c'est pour cette raison que nous laissons les experts en LG évaluer les choix des concepteurs.

6.3.2 Interactions



Cette facette représente toutes les interactions que l'apprenant aura avec d'autres acteurs humains (apprenants, formateurs) ou dispositifs techniques (ordinateur, tablette,

etc.). Nous avons légèrement adapté cette facette par rapport à sa définition initiale qui faisait référence aux interactions uniquement avec le simulateur (Marne *et al.*, 2012). Dans la suite, nous allons décrire les indicateurs de qualité liés à cette facette.

6.3.2.1 E3. Qualité et pertinence des interactivités

Au même titre que les activités ludiques, les interactions et les dispositifs techniques utilisés pendant le LG peuvent avoir un effet positif sur la motivation des apprenants. Nous nous intéresserons ici plus particulièrement au choix des interactions Homme-Machine et Homme-Homme médiatisés. En effet, le choix d'interactivités intuitives et pertinentes peut grandement favoriser l'apprentissage et le plaisir de l'apprenant (Shneiderman, 1993) ainsi que l'acceptation du LG par les formateurs (Kirriemuir & Mcfarlane, 2004).

6.3.2.2 T2. Diversité et attractivité des interactivités

En plus de la qualité et la pertinence des interactivités, il est également conseillé d'intégrer des interactivités variées et attractives. Il s'agit de promouvoir une pédagogie active reposant sur l'implication de l'élève dans son apprentissage (Beguin, 2000). De plus, le côté novateur des dispositifs technologiques a un effet positif sur la motivation des apprenants (Daniel *et al.*, 2009). C'est ainsi que de nombreuses applications pédagogiques sur PDA et tablettes avec des mécanismes de géolocalisation ont vu le jour ces dernières années⁸² (Fritz *et al.*, 2005; Huizenga *et al.*, 2007). De récentes études sur les LG valorisent également l'utilisation de la réalité mixte (Orliac *et al.*, 2012) pour immerger encore plus l'apprenant dans le jeu, mais aussi pour l'apprentissage de geste technique (Ponder *et al.*, 2003).

Dans le cadre de notre évaluation et pour faciliter le calcul objectif de cet indicateur, nous considérons que toutes les interactions autres que lire, écouter, écrire et cocher les cases d'un QCM sont des interactions « attractives ». Les interactivités avec des dispositifs technologiques innovants sont également comptabilisées comme attractive.

⁸² <http://www.wikitude.com>

$$V_{T2} = \begin{cases} 1, & \text{si } val \in [0 ; 0,25[\\ 2, & \text{si } val \in [0,25 ; 0,5 [\\ 3, & \text{si } val \in [0,5 ; 0,75[\\ 4, & \text{si } val \in [0,75 ; 1] \end{cases} \quad \text{avec } val = \frac{\text{nb d'activités attractives}}{\text{nb d'activités}}$$

6.3.3 Problèmes et progression



Cette facette représente les problèmes auxquels l'apprenant sera confronté et les mécanismes de progression dans les niveaux/missions du LG (Marne *et al.*, 2012). Dans la suite, nous allons donc décrire les indicateurs qualité qui peuvent nous donner des informations sur la pertinence du choix des problèmes et des mécanismes de progression.

6.3.3.1 E4. Motivation intrinsèque (missions et problématiques du jeu adaptées à la structure pédagogique)

Il a été démontré que l'apprentissage est favorisé par la motivation intrinsèque (Habgood, 2007; Szilas & Sutter Widmer, 2009). Pour la mettre en place une telle motivation, les activités pédagogiques doivent être soigneusement tissées au scénario du jeu. En d'autres termes, l'environnement, les interactivités et la progression dans le jeu doivent être étroitement liés aux activités pédagogiques et aux compétences à acquérir (Lepper & Malone, 1987; Ryan & Deci, 2000; Habgood, 2007). Nous laissons aux experts le soin de définir si les spécifications du LG semblent mettre en place une motivation intrinsèque.

6.3.3.2 E5. Phases d'apprentissages régulières et constantes

Dans un contexte de formation en présentiel, il est très rare que les enseignants estiment avoir trop de temps. Nous pensons donc que les LG ne devraient pas avoir de grandes phases dénuées d'activités pédagogiques. Toutefois, cela n'empêche pas d'avoir de courts moments « purement » ludiques pour détendre l'apprenant ou lui redonner confiance avant un exercice plus difficile.

6.3.3.3 E6. Liberté d'action et stratégies de résolution

Le sentiment de liberté que le joueur peut ressentir pendant un LG a un rôle positif sur deux plans. Tout d'abord, il est important que le joueur ait un sentiment de « frivolité », c'est-à-dire que les actions qu'il fait dans le jeu n'aient pas d'impact sur la vie réelle (Brougère, 2005; Ryan & Deci, 2000). Dans le cadre d'un LG utilisé en

formation et sur lequel les élèves sont évalués, ce concept est plus difficile à appliquer tout au long du LG, mais il reste important d'aménager des moments où les apprenants peuvent jouer librement en apprenant par essai-erreurs. Ensuite, la liberté dans le choix des actions favorise également l'autonomie des apprenants et les place dans une position d'acteur central dans laquelle ils se sentent investis d'une mission et de responsabilités (Kirriemuir & Mcfarlane, 2004). Cette liberté aura donc pour effet de les investir davantage dans le LG (Habgood, 2007).

6.3.3.4 E7. *Challenge constant*

Le challenge est un élément crucial pour captiver l'attention de l'apprenant (Lepper & Malone, 1987; Ryan & Deci, 2000). Le niveau de difficulté du LG ne doit être ni trop facile, ni trop compliqué. De plus, comme l'exprime la notion de "Flow" décrite par Csikszentmihalyi (1990), le degré de complexité doit augmenter tout au long du LG pour que l'apprenant ressente toujours le besoin enivrant de se dépasser pour atteindre de nouveaux objectifs encore plus hauts. Une des techniques employées pour que le joueur se sente toujours capable d'avancer est par exemple de lui proposer différents buts ou sous-buts, de difficultés variables en parallèle (Björk & Holopainen, 2004). Nous laissons aux experts le soin de définir si les spécifications du scénario du LG semblent proposer un challenge constant.

6.3.3.5 E8. *Reconnaissance de la progression du joueur dans le jeu*

Dans un LG, encore plus que dans un contexte classique de formation, l'apprenant s'attend à être gratifié quand il réussit (Habgood, 2007; Graesser & Chipman, 2009; Reeves, 2011). Cette reconnaissance, qui peut être sous forme de scores, trophée, message de réussite, déblocage d'un élément dans le scénario du jeu... lui confirme qu'il a bien réussi et lui donne envie de continuer les efforts. De plus, d'après Damasio (1995) et l'étude menée par le National Research Council (2000), les processus émotifs déclenchés quand les apprenants gagnent ou perdent ont des effets positifs sur leurs niveaux d'attention, leurs mémoires, mais aussi leurs capacités de prise de décision.

6.3.4 Décorum



Cette facette représente tous les éléments scénaristiques et multimédias proposés par le LG pour procurer du plaisir au joueur (Marne *et al.*, 2012). Dans la suite, nous allons donc décrire les indicateurs de qualité qui peuvent nous donner des indices sur la qualité du choix du décorum en fonction du profil des apprenants et du contexte d'utilisation.

6.3.4.1 *E9. Pertinence du décorum*

Il est préférable de choisir un lieu, une époque, des personnages, et des missions dans lesquelles les compétences cibles ont un sens. Cela n'empêche pas de proposer un décorum décalé qui plaira davantage aux apprenants plutôt qu'une simulation réaliste (Reeves, 2011). Cette corrélation favorise le transfert des compétences à des situations réelles (Ryan & Deci, 2000) ainsi que l'acceptation du jeu par les formateurs (Kirriemuir & Mcfarlane, 2004).

6.3.4.2 *E10. Attractivité et originalité du jeu*

L'environnement du jeu dans lequel se déroule l'apprentissage doit catalyser l'attention de l'apprenant. L'attractivité du jeu peut être améliorée par les effets visuels et sonores, l'humour ou tout simplement l'originalité de l'histoire ou des graphismes. Il est aussi conseillé d'introduire des éléments de surprise dans le LG pour garder l'apprenant en état actif et stimuler ses émotions (Lepper & Malone, 1987; Lazzaro, 2004) qui, comme nous l'avons vu, ont des effets positifs sur son apprentissage (Damasio, 1995). Ces événements peuvent être de simples effets visuels surprenants ou bien un rebondissement inattendu dans le scénario. De plus, afin que l'apprenant s'approprie l'environnement et se sente émotionnellement concerné par le dénouement de l'histoire, il faut que le jeu corresponde à son profil émotif (Lepper & Malone, 1987). Si l'on conçoit par exemple, un LG qui est utilisé par de jeunes adultes, il est primordial de choisir un environnement et des missions qui ne seront pas fortement rejetés par une partie des apprenants.

6.3.5 Conditions d'utilisation



Cette facette représente le contexte dans lequel le LG va être utilisé : sur le lieu de formation ou chez l'apprenant, as-

sisté par un formateur ou non, tout seul ou à plusieurs, avec un cursus fondé uniquement sur le LG ou sur d'autres activités pédagogiques... (Marne *et al.*, 2012). Dans notre contexte, les conditions d'utilisation sont déjà définies par le client au début du projet. Dans la suite, nous allons donc décrire les indicateurs qualité qui peuvent nous donner des indices sur l'adéquation des choix faits par les concepteurs en fonction du contexte d'utilisation donné.

6.3.5.1 *E11. Respect des contraintes liées aux aspects techniques et organisationnels du contexte de formation*

Pour que le LG soit utilisable, les activités doivent être compatibles avec les contraintes liées au contexte d'utilisation comme le matériel mis à disposition et le temps disponible pour la formation. Elles doivent également être réalisables étant donné le nombre d'apprenants et de formateurs disponibles...

6.3.5.2 *E12. Intégration du LG au contexte de formation*

Pour que les apprenants arrivent à s'appropriier les compétences vues dans le LG et comprendre comment elles sont intégrées dans leur formation globale, il est crucial que les phases de jeu soient clairement définies par l'enseignant (Djaouti, 2011). De plus, il est important d'intégrer des phases de débriefing pendant lesquelles l'enseignant pourra revenir sur les activités faites pendant le LG, identifier les compétences techniques qui ont été construites et discuter des situations réelles dans lesquelles ces compétences peuvent être réutilisées (Hadgood, 2007).

6.3.6 Coût prévisionnel



Cette facette représente le coût prévisionnel du LG, c'est-à-dire le coût cumulé de sa conception, sa réalisation, mais aussi sa mise en place et son utilisation. Elle prend en compte les coûts potentiels, mais également le temps de la réalisation. Dans la suite, nous allons donc décrire les indicateurs qualité qui peuvent nous donner des indices sur le coût de création du LG.

6.3.6.1 *T3. Réutilisation des composants logiciels*

Le coût de développement peut être largement diminué en exploitant des composants logiciels réutilisables. En fonction des ressources et de l'expérience dont les concepteurs disposent, ils ont en effet tout

intérêt à reprendre des parties d'anciens LG ou applications qui se sont montrés satisfaisants à l'usage. Il peut s'agir de composants fonctionnels comme une barre d'outils ou un composant de *Chat*, mais aussi des composants comme un générateur de QCM ou des minis jeux qui pourraient être repris comme ceux proposés dans le chapitre 3.

Lors de notre expérimentation, les concepteurs avaient à leur disposition une liste de 20 composants dans des styles et domaine variés qu'ils pouvaient réutiliser. Compte tenu du nombre de composants qui pouvaient convenir aux cahiers des charges A et B (composants de dialogue, de QCM, de barre d'outils classique, de puzzle...) nous avons estimé que l'intégration de 3 composants équivalait à un très bon ratio de réutilisation.

$$V_{T3} = \begin{cases} 1, & \text{si } val \in [0; 1[\\ 2, & \text{si } val \in [1; 2[\\ 3, & \text{si } val \in [2; 3[\\ 4, & \text{si } val \in [3; \infty[\end{cases} \quad \text{avec } val = \text{nb de composants réutilisés}$$

6.3.6.2 T4. Clarté et détails des spécifications par rapport au temps de conception

Le temps de réalisation dépend du niveau de précision et de détails des spécifications. En effet, si les spécifications fournies ne sont pas assez claires et détaillées, l'équipe de réalisation ne va pas bien comprendre des éléments à développer. Nous considérons qu'un scénario est bien détaillé quand :

- Toutes les étapes du scénario sont dans un ordre bien clair et sont détaillées par une explication des éléments ludiques et pédagogiques qu'ils contiennent.
- Tous les éléments du jeu (personnages et lieux) sont décrits avec une image ou un croquis et du texte.
- Tous les écrans ou niveaux du LG sont décrits avec une maquette (image ou croquis), un texte, une explication claire des activités et des actions qui vont s'y dérouler, la liste des personnages qui interviennent, les compétences qui sont traitées, les éléments cliquables.

En somme, le scénario doit contenir toutes les précisions nécessaires à l'équipe de développement (développeurs, graphistes, acteurs...) pour réaliser les écrans et médias, toutes les informations nécessaires aux enseignants, pour qu'ils puissent comprendre les éléments éducatifs et intégrer le jeu à leurs enseignements et toutes

les informations nécessaires au client pour qu'ils puissent justifier l'utilisation du LG dans le cadre de la formation. De plus, ces informations doivent être le plus claires possible et bien organisées.

Dans le contexte de notre évaluation, les concepteurs n'ont pas mis le même temps pour concevoir leur LG, mais nous voulons tout de même comparer le niveau de clarté et de précision de leur scénario. Nous calculons donc ce critère en fonction du temps de conception.

$$V_{T4} = \begin{cases} 1, & \text{si } val \in [0; 25[\\ 2, & \text{si } val \in [25; 50[\\ 3, & \text{si } val \in [50; 75[\\ 4, & \text{si } val \in [75; 100] \end{cases} \quad \text{avec } val = \frac{\text{niveau de précision des sp\`ecs}}{\text{temps de conception (en heure)}}$$

6.3.6.3 T5. Erreurs de connexion dans le scénario

Le scénario ne doit pas contenir d'erreurs de connexion ou de coupures dans le scénario (des étapes qui ne sont pas liées ou mal liées) qui pourrait bloquer la compréhension pendant la réalisation et ainsi allonger le temps de création du LG. Il ne doit pas non plus y avoir d'éléments de jeu comme des personnages et des lieux qui sont créés, mais pour lesquels on ne sait pas clairement comment ils interviennent dans les scénarios du LG.

Dans le contexte de notre évaluation, la valeur de cet indicateur est calculée automatiquement grâce à l'outil de validation qui comptabilise les erreurs de ce type (voir chapitre 5). Au vu du nombre d'erreurs trouvées dans les spécifications conçues pendant notre évaluation (0 à 3), nous avons choisi de graduer les notes par unité.

$$V_{T5} = \begin{cases} 1, & \text{si } val \in [0; 1[\\ 2, & \text{si } val \in [1; 2[\\ 3, & \text{si } val \in [2; 3[\\ 4, & \text{si } val \in [3; \infty[\end{cases} \quad \text{avec } val = \text{nb d'erreurs dans le scénario}$$

Dans cette partie, nous avons détaillé la grille d'analyse que nous avons fournie aux experts pour évaluer les LG. Dans la suite, nous allons analyser les grilles d'évaluation pour chaque LG pour voir si l'utilisation de LEGADEE a eu un impact sur la qualité des LG.

6.4 Observations et analyse de l'évaluation

Comme nous l'avons dit dans la première partie de ce chapitre, nous avons utilisé différents moyens de recueil d'information pendant notre évaluation. Dans cette partie, nous allons analyser ces informations et tenter de faire ressortir les points positifs de nos propositions ainsi que les points qu'il faut encore améliorer. Pour appuyer nos hypothèses, nous citons régulièrement les commentaires fournis par les concepteurs et les experts dans les questionnaires.

6.4.1 Analyse des observations lors de la conception des Learning Games

Dans cette partie, nous allons faire une analyse des observations que nous avons pu faire lors de la phase de conception des LG. Nous avons pu observer tous les concepteurs à l'exception d'une personne qui a fait l'expérimentation à distance, mais que nous avons suivie par Skype. Les concepteurs ont mis en moyenne 2h (entre 1h10 et 4h20) pour concevoir chaque LG.



Figure 59 : photos prises pendant la phase de conception

6.4.1.1 Observations sur l'utilisabilité de LEGADEE

Les concepteurs n'ont pas eu de mal à se servir de LEGADEE. En effet à la question « *Avez-vous trouvé que l'outil LEGADEE était fa-*

cile à prendre en main ? », les 12 concepteurs ont répondu à l'unanimité que LEGADEE était agréable à utiliser. 6 d'entre eux ont ajouté que l'interface leur avait paru « simple, ergonomique et agréable » et même « séduisante ». Cependant, certains concepteurs ont déploré le fait de ne pas avoir eu le temps de réellement comprendre et de prendre en main la totalité des fonctionnalités de LEGADEE. Le commentaire suivant illustre bien ce propos :

« Il y a beaucoup d'éléments à prendre en compte à la fois et les outils proposés sont pensés selon une certaine logique que le concepteur novice doit comprendre pour utiliser l'outil. [...] Je suis frustrée de ne pas avoir l'impression d'en avoir utilisé toutes les possibilités, notamment la réutilisation de composants, mais cela faisait trop à prendre en main à la fois. »

6.4.1.2 Observation sur la compréhension du modèle de scénarisation

Nous avons également constaté plusieurs problèmes liés à la compréhension de notre modèle de scénarisation. En effet, lors de la conception, nous avons remarqué qu'au moins la moitié des concepteurs avait du mal à clairement identifier les différences entre la *structuration pédagogique* et le *scénario de mise en scène ludique*. Cette observation est appuyée par les réponses des concepteurs à notre questionnaire. En effet, à la question « **La Modélisation en parallèle de la structure pédagogique et du scénario de mise en scène ludique, vous a-t-elle bloquée ou contrainte ?** » presque tous les concepteurs ont répondu oui. Cependant, 4 concepteurs ont trouvé que cette structure les avait aidés à concevoir les LG bien équilibrés.

« C'est contraignant, mais nécessaire pour un juste équilibre entre aspects pédagogiques et aspects ludiques »

Par ailleurs, 5 concepteurs n'ont pas perçu l'intérêt d'une telle modélisation et les autres concepteurs ont trouvé qu'il était difficile de formaliser leurs idées.

« Personnellement, elle m'a bloquée, ne sachant pas par où commencer. »

De la même façon, nous avons constaté que certains concepteurs avaient des difficultés à comprendre les trois niveaux de granularité du scénario. Les réponses à la question « **La Modélisation en trois niveaux (Modules-Missions, Actes-Séquences et Activités-Ecrans) vous a-t-elle bloquée ou contrainte ?** » nous donnent plus de précision à ce sujet. En effet, 8 concepteurs trouvent que cette modélisation était contraignante, mais leurs commentaires négatifs viennent

essentiellement de la complexité ajoutée par le troisième niveau difficile à prendre en main, surtout en si peu de temps.

« J'ai trouvé les deux niveaux du bas un peu contraignant. »

Les 4 autres concepteurs ont trouvé que la modélisation en trois niveaux était facile à utiliser.

« Cela oblige à bien structurer et avoir une approche cohérente : de la plus globale au plus détaillé. J'ai l'habitude de la modélisation selon cette démarche, cela m'a donc paru naturel. »

D'autres reproches ont aussi été formulés sur l'obligation de concevoir les éléments du scénario selon un ordre hiérarchique. En effet, il est par exemple impossible des concevoir un *Écran* sans avoir créé au moins une *Mission* et une *Séquence* pour le contenir.

« Elle a été bloquante : parfois on veut juste une mission ou un écran. »

Enfin, quelques concepteurs ont indiqué qu'ils n'avaient pas été capables de placer certains éléments comme les sessions de débriefing, le temps que prend une activité ou encore des outils qui sont présents tout le long du LG, comme un outil de chat, un système GPS.... Pourtant, LEGADEE permet facilement de modéliser ces éléments ce qui montre que les concepteurs n'ont pas entrevu l'ensemble des possibilités de l'outil. Ce problème peut être réglé en proposant des exemples variés aux concepteurs.

6.4.1.3 Observation sur l'utilité perçue de LEGADEE

À la question **« Est-ce que l'outil LEGADEE vous a aidé à intégrer les compétences cibles dans votre scénario ? »**, 10 des 12 concepteurs ont répondu par l'affirmative.

« Oui, je n'aurais pas forcément pensé aux compétences cibles pour chaque mission, séquence, etc. si LEGADEE ne m'y avait pas forcée. »

« Oui car la structure imposée nous force à bien mettre en place nos idées et à bien identifier ce qui relève des compétences visées et ce qui concerne plus les aspects ludiques »

Cependant, certains d'entre eu ont trouvé lourd de faire apparaître les *Compétences*, *Connaissances* et *Comportements* à la fois sur la structuration pédagogique et sur le scénario de mise en scène ludique. Il est vrai que cette double modélisation a plus de sens dans le contexte

d'une conception de gros LG de façon collaborative pour laquelle une telle modélisation sert à rappeler les objectifs ciblés.

À la question « *Est-ce que vous pensez que l'outil LEGADEE peut être un bon outil d'apprentissage à la conception ?* » les avis ont été assez partagés. D'un côté, 3 concepteurs ne voient pas comment un tel outil pourrait servir à l'apprentissage, deux autres concepteurs pensent que LEGADEE n'est pas suffisant tel quel pour un bon apprentissage. Un peu plus de la moitié des concepteurs trouve tout de même que LEGADEE est un bon outil de formation et certains pensent même qu'il serait plus utile pour les novices que pour les experts.

« Oui à 100%, je pense que cet outil manque cruellement aux concepteurs de serious Games »

« Oui, justement de par le modèle imposé qui permet de rapidement comprendre comment les informations doivent être organisées afin de permettre une utilisation facilitée par les autres personnes impliquées dans le projet »

« Oui. En effet, je suis absolument novice en la matière. Je ne connais pas le vocabulaire du LG, j'ai quelques idées au niveau création, mais aucune basée sur la construction, la conception, les règles à respecter... »

« Oui, si la prise en main de l'outil est difficile, c'est aussi (et surtout) parce qu'il nous oblige à intégrer une certaine méthodologie de conception de LG. Par contre, je ne sais pas si cet outil est vraiment utile (et pas trop lourd d'utilisation) pour des spécialistes de conception. »

« De mon point de vue, en tant que novice, je pense avoir appris à concevoir le LG, mais j'ai ensuite été contente d'avoir plus de liberté pour faire le scénario du deuxième jeu sur papier. »

6.4.1.4 Synthèses des observations lors de la conception des Learning Games

Nos observations lors de la conception des LG ainsi que les commentaires fournis par les concepteurs dans le questionnaire nous ont permis, en premier lieu, de **valider l'utilisabilité de LEGADEE**.

Ces observations nous ont aussi montré que les concepteurs avaient eu du mal à comprendre notre modèle de scénarisation, mais nous pensons que ces difficultés sont, en grande partie, dues à la surcharge d'information. En effet, les concepteurs devaient analyser et comprendre une grande quantité d'informations et de concepts en très peu de temps : processus de conception, modèle de scénarisation, fonctionnalités de LEGADEE ainsi que les informations concernant le cahier des charges et la bibliothèque de composants réutilisables.

Pendant l'évaluation, nous avons bien senti que ce flux d'information était trop élevé.

Malgré les difficultés de compréhension que nous avons pu observer, les scénarios des LG conçus montrent que **9 concepteurs sur 12 ont bien compris le mécanisme de scénarisation** puisque la modélisation des éléments pédagogiques, ludiques et de granularité différente respecte les règles de notre modèle de scénarisation.

De la même façon, nous avons observé que les **concepteurs ont manqué de temps** pour se familiariser avec LEGADEE et certaines de ses fonctionnalités qui auraient pu grandement les aider. Cette observation est validée par l'étude des traces recueillies par LEGADEE. Elles indiquent notamment que la fonctionnalité qui permet de naviguer dans le scénario avec un menu arborescent n'a jamais été utilisée par les concepteurs alors qu'elle aurait certainement facilité l'appropriation du modèle. De la même façon, la *palette Validation* n'a été utilisée que par deux concepteurs, et à seulement deux reprises, alors que cette fonctionnalité aurait pu les aider à concevoir des LG complets et cohérents.

Enfin, les concepteurs ont presque tous trouvé que **LEGADEE les a aidés à intégrer les compétences cibles** dans leur scénario et plus de la moitié a trouvé que notre LEGADEE est un bon outil pour la formation de la conception des LG.

6.4.2 Analyse des observations lors de l'uniformisation des LG

Dans cette partie, nous allons discuter des observations faites pendant la phase d'uniformisation des LG. C'est-à-dire lorsque nous avons retranscrit les LG conçus dans LEGADEE.

Avant d'uniformiser les LG, nous les avons anonymisés et mélangés de telle sorte qu'il était impossible de savoir ceux qui avaient été conçus après ou avant l'utilisation de LEGADEE. 6 LG conçus après avoir utilisé LEGADEE réutilisent certains termes de notre modèle de scénarisation comme « missions » ou encore « séquences ». 4 scénarios sur 6 étaient également représentés sous la forme de graphe qui représentait clairement les éléments de connaissances et comportements. La Figure 58 montre un exemple flagrant de la réutilisation de notre modèle de scénarisation. Comme le montre le Tableau 9, la similarité du vocabulaire et la structuration du scénario nous a permis de retranscrire ces scénarios dans LEGADEE avec bien plus facilité que les autres. Deux LG ont d'ailleurs été très diffi-

ciles à retranscrire en raison de peu d'information donnée par les concepteurs. 3 LG ont été assez difficiles à intégrer dans LEGADEE, notamment à cause du manque d'information.

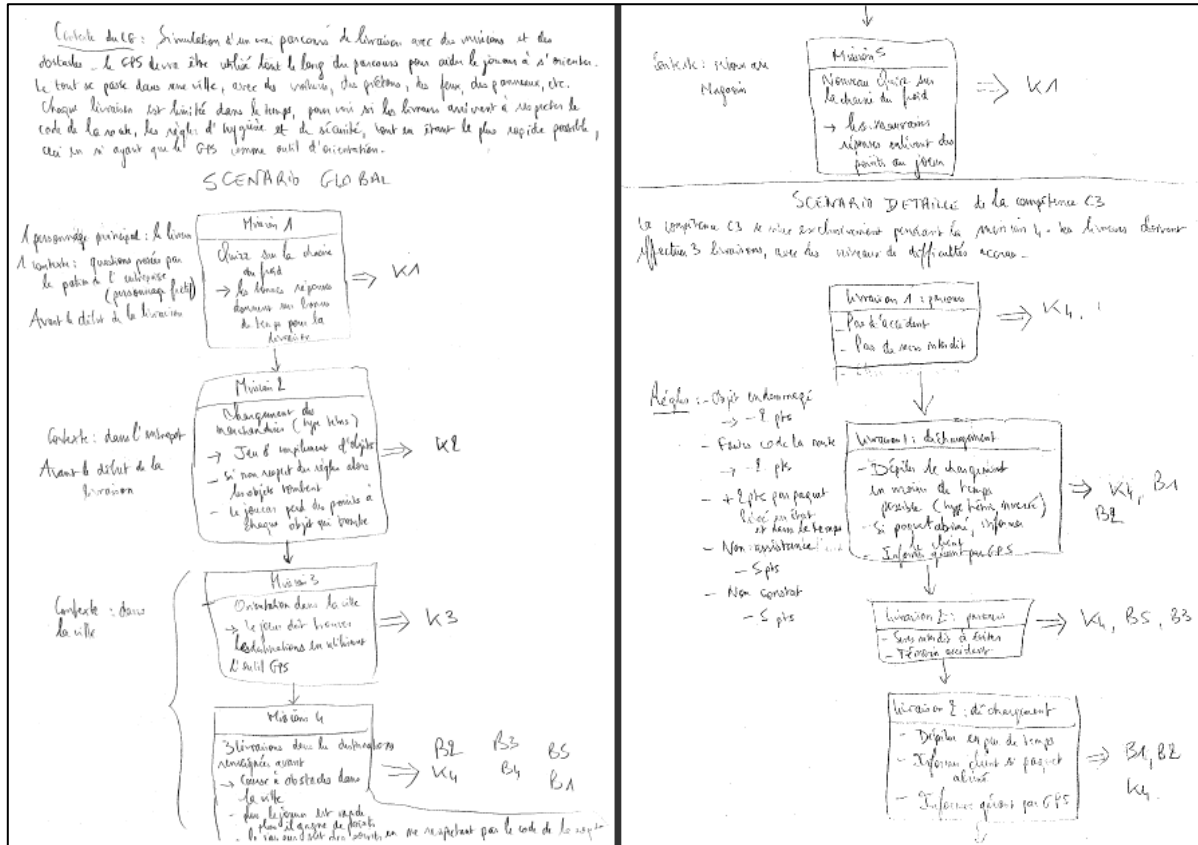


Figure 60 : exemple de scénario de LG conçu après avoir utilisé LEGADEE

Retranscription dans LEGADEE	LG conçus sans avoir utilisé LEGADEE	LG conçus après avoir utilisé LEGADEE
Très facile	1	3
Assez facile	3	3
Difficile	2	0

Tableau 9 : Distribution des 12 Learning Games conçus sans LEGADEE en fonction de la difficulté à les retranscrire dans LEGADEE

Ces observations mettent en avant le fait que **LEGADEE est formateur** puisque les concepteurs qui ont utilisé cet outil ont repris une partie du vocabulaire et des formalismes pour leurs conceptions suivantes. De plus, nous avons perçu une **nette amélioration de la clarté et de la structure** des LG conçus après avoir utilisé cet outil.

6.4.3 Analyse des grilles de qualité des Learning Games

Dans cette partie, nous allons analyser les grilles d'évaluation de chaque LG pour voir si l'utilisation de LEGADEE a eu un impact sur la qualité des LG conçus.

Dans un premier temps, nous rappelons que nous avons demandé à 8 experts d'évaluer la qualité des LG sur la base des spécifications exportés par LEGADEE. Les LG ont été distribués de façon à ce que chaque LG soit évalué deux fois. Cependant, un des experts n'a pas rendu d'évaluation parce que les LG ne lui semblaient pas assez détaillés pour pouvoir les évaluer. Nous reviendrons sur cette problématique dans la suite de cette partie. Ainsi, malgré nos précautions, 8 des 24 ont été évalués seulement par un expert.

Afin d'avoir des appréciations précises sur toutes les caractéristiques des LG, nous leur avons fourni une grille d'évaluation contenant les critères de qualité vus dans la deuxième partie de ce chapitre. Les experts devaient noter chaque critère sur une échelle de 1 à 4. Ils devaient également indiquer un indice de confiance de 1 à 3 pour avoir des informations sur la valeur de leur appréciation. De plus, ils pouvaient laisser des remarques pour chaque critère. En plus des évaluations des experts, d'autres indicateurs quantitatifs pouvaient être calculés automatiquement en fonction des spécifications et des traces de LEGADEE.

La Figure 61 et la Figure 62 synthétisent les critères de qualité des 24 LG conçus lors de notre évaluation. Pour chaque LG, la qualité est calculée en faisant la somme des valeurs de tous les indicateurs. Avant d'analyser ces graphiques en détail, il est important de remarquer qu'à une exception près, la qualité des LG conçus avec LEGADEE est équivalente à la qualité des LG conçus sans LEGADEE. Nous pensons qu'il s'agit là d'un premier point positif puisque cela signifie que les **concepteurs ont été capables d'imaginer des LG aussi bien avec LEGADEE que sans et dès leur première utilisation.**

Le Figure 61 montre les résultats obtenus par les concepteurs qui ont utilisé LEGADEE pour leur deuxième LG. Les résultats montrent que les concepteurs 4, 6 et 11 ont légèrement amélioré la qualité lors de cette deuxième conception avec LEGADEE. On voit également que les concepteurs 5 et 8 ont légèrement baissé en qualité. Quant aux résultats du concepteur 7, ils peuvent paraître étranges,

mais nous nous y attendions. En effet, lors de l'expérimentation, ce concepteur nous a prévenus qu'il n'avait que très peu de compétences en informatique. Nous avons notamment dû lui expliquer les différences entre une boucle For et While. Il est donc normal qu'il ait eu des difficultés avec le sujet du LG A sur la programmation en C. Dans la suite de l'analyse, et afin de ne pas biaiser nos données, nous ne tiendrons pas compte de ce LG.

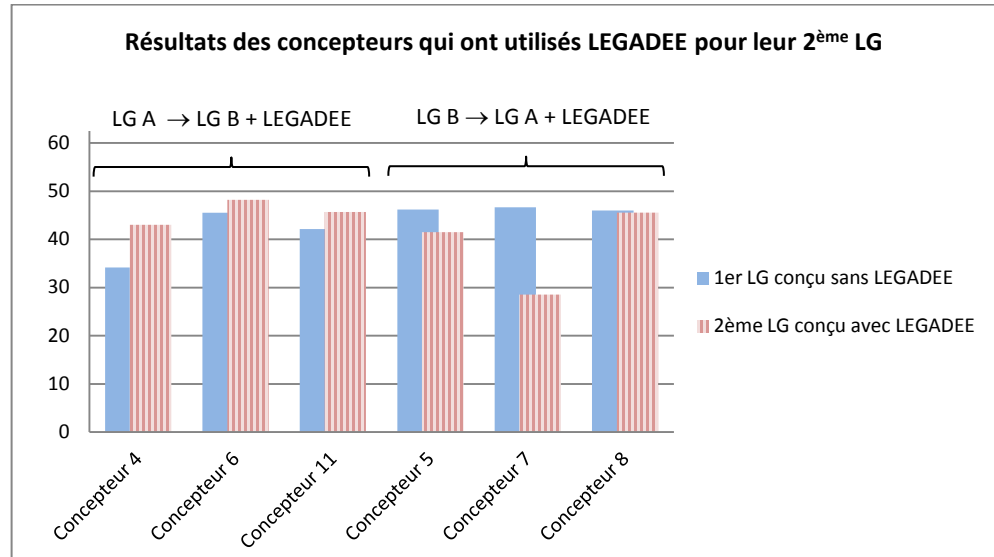


Figure 61 : Résultats des concepteurs qui ont utilisé LEGADEE pour leur deuxième Learning Game

La Figure 62 montre les résultats obtenus par les concepteurs qui ont utilisé LEGADEE pour leur premier LG. Les résultats montrent que les concepteurs 3, 12 et 2 ont des scores légèrement meilleurs pour le premier LG conçu avec LEGADEE. Pour les deux autres concepteurs, les scores sont cependant plus élevés sans LEGADEE. Ce qui nous paraît plus intéressant dans ce deuxième graphique est que les résultats obtenus sont globalement plus élevés, d'une dizaine de points sur 68, soit plus de 10% supérieur par rapport aux premiers graphiques. Certes, il ne s'agit pas des mêmes concepteurs, mais comme nous précisons dans la première partie de ce chapitre, nous avons pris le soin de les répartir équitablement selon leurs compétences dans le domaine des LG. Ainsi, trois des concepteurs « experts » en LG ont été mis dans le premier groupe (6, 5 et 8) et les trois autres (3, 9 et 10) dans le deuxième groupe. Nous pensons donc que cette différence pourrait venir d'un phénomène d'apprentissage

qui se produit pendant l'utilisation de LEGADEE. En d'autres termes, nous pensons que **les concepteurs qui ont utilisé LEGADEE conçoivent de meilleurs LG par la suite parce qu'ils ont assimilé tout ou partie de notre processus de conception et notre modèle de scénarisation.**

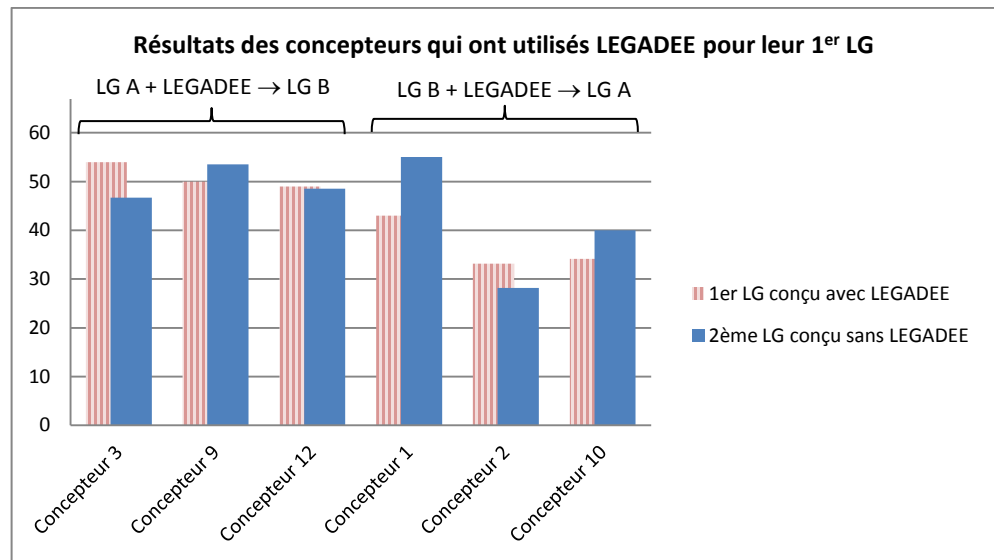


Figure 62 : Résultats des concepteurs qui ont utilisé LEGADEE pour leur premier Learning Game

Maintenant que nous avons analysé le score global des LG, nous allons nous nous intéresser à l'effet de l'utilisation de LEGADEE pour chaque critère qualité. La Figure 63 que montre la moyenne des scores des 6 LG dans les deux groupes d'évaluations pour chaque indicateur de qualité. On peut y voir la différence entre les premiers LG conçus sans LEGADEE et les deuxièmes, avec LEGADEE. Elle nous donne donc des informations sur l'utilité de l'outil LEGADEE, mais également sur notre processus de conception et sur le modèle de scénarisation qui sont y sont intégrées.

Avant d'analyser ce graphe plus en détail, il est important de noter que les résultats que nous avons obtenus ne sont pas statistiquement significatifs. En effet, la répartition des notes pour chaque critère qualité entre les LG conçus sans et avec LEGADEE est assez proche. La Figure 64 montre, par exemple, que les notes, pour l'indicateur E9, sont légèrement meilleures pour les LG conçus avec LEGADEE que sans LEGADEE. Mais cette différence est surtout due

à l'amélioration des notes des LG dans le quart supérieur et inférieur c'est-à-dire les 3 meilleurs LG et les 3 plus faibles.

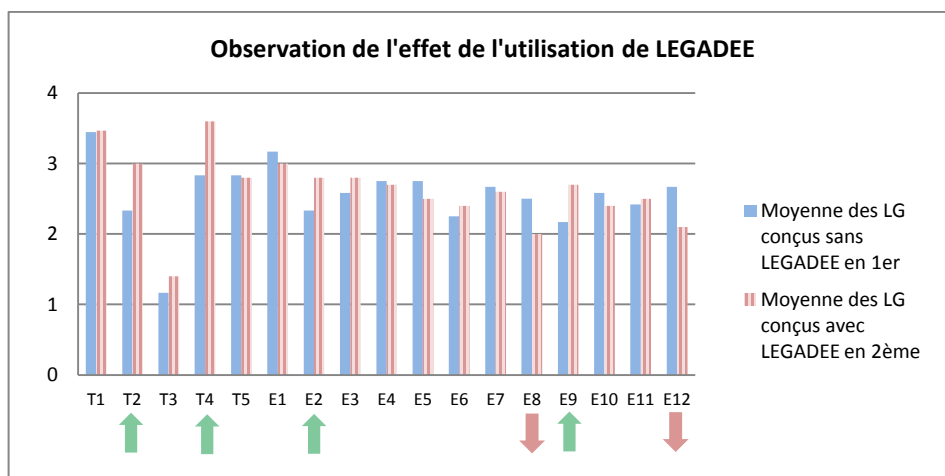


Figure 63 : Analyse de l'effet de l'utilisation de LEGADEE en 2ème pour chaque critère de qualité

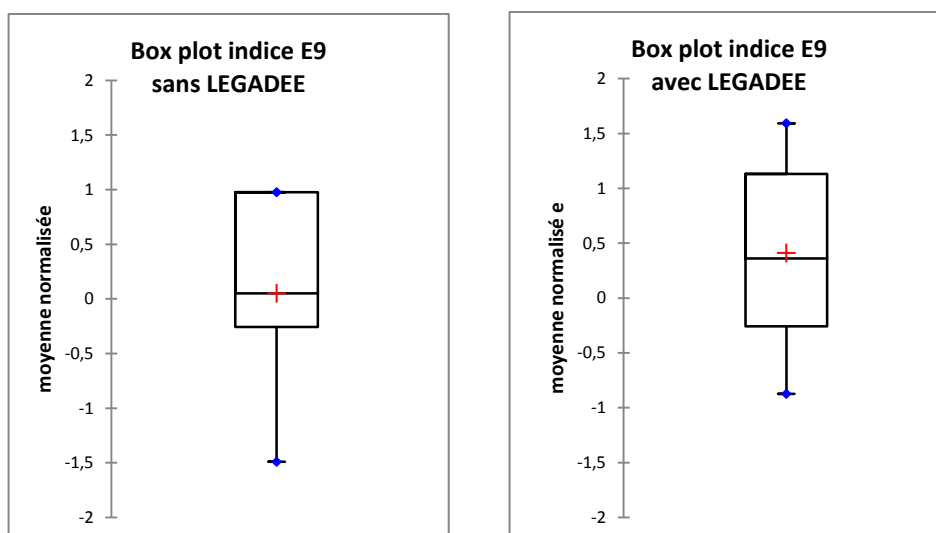


Figure 64 : Comparaisons de la distribution des notes pour l'indice E9 : pertinence du décorum entre les LG conçus sans LEGADEE et avec LEGADEE.

La Figure 63 montre une amélioration pour deux des indicateurs :

- T2. Diversité et attractivité des interactivités
- T4. Clarté et détails des spécifications

Deux autres indicateurs sont légèrement améliorés :

- E2. Structuration des activités pédagogiques adaptée à la formation
- E9. Pertinence du décorum

Nous pensons que c'est notre modèle de scénarisation qui a amélioré la clarté et le détail des spécifications puisqu'il force les concepteurs à structurer et planifier leur scénario de façon claire et précise. L'amélioration de la structuration des activités pédagogiques et du décorum peut s'expliquer par le fait que LEGADEE incite les concepteurs à attacher les *Missions* du jeu, les personnages ou les lieux de l'histoire, directement aux *Modules* pédagogiques. En liant ces éléments, les concepteurs peuvent ainsi se rendre compte des incohérences. Quant à l'augmentation de la diversité et de l'attractivité des interactions, nous pensons qu'elle peut venir du fait que LEGADEE intègre la *Palette Composants* avec laquelle les concepteurs peuvent facilement chercher des composants logiciels réutilisables. Même s'ils n'utilisent au final pas plus ces composants, le fait de les avoir à proximité leur donne sûrement plus d'idées pour améliorer les activités de leur formation.

En revanche, deux indicateurs semblent se dégrader légèrement :

- E8. *Reconnaissance de la progression du joueur dans le jeu*
- E12. *Intégration du LG au contexte de la formation*

La baisse de la reconnaissance de la progression du joueur et l'intégration du LG au contexte s'expliquent par le fait que certains concepteurs ont eu du mal à modéliser des éléments comme des débriefings ou des outils de suivi des apprenants dans notre modèle comme il a été signalé dans les questionnaires. Même si notre modèle permet facilement l'intégration de ces éléments, il est vrai que nous n'avons pas fourni d'exemples aux concepteurs pour leur montrer cette possibilité.

De plus, il est important d'ajouter que les résultats présentés ne prennent pas en compte le travail supplémentaire de structuration et de clarification que nous avons effectué lors de la retranscription des LG dans LEGADEE qui nous a pris en moyenne 1h (de 20 minutes pour les plus clairs à 2h pour les moins clairs). De plus, les principes de retranscriptions que nous avons utilisés ont eu pour effet de réduire les erreurs de conception au minimum. À l'inverse, nous n'avons absolument pas modifié les LG conçus directement avec LEGADEE et il est donc grandement possible que nous les ayons défavorisés.

En outre, les résultats que nous venons de présenter ne nous permettent pas de faire des analyses approfondies. En effet, en raison du peu de temps que les concepteurs ont pu accorder à notre expéri-

mentation, leurs spécifications n'étaient souvent pas très précises. Comme nous l'avons vu, un des experts a tout simplement trouvé impossible d'imaginer la qualité potentielle des LG avec les précisions fournis. Les autres experts ont également eu du mal à évaluer avec justesse certains critères, comme en témoignent leurs commentaires donnés dans le questionnaire :

« Je ne sais pas, il m'a globalement semblé difficile de juger la qualité des LG à ce stade de conception. »

« Il m'a paru difficile d'évaluer les indicateurs pour certains des jeux peu décrits. J'ai surtout procédé en comparant les différents jeux. »

Les experts ont également laissé des commentaires qui montrent leur difficulté à évaluer certains points

« Pas bcp d'info mais on nous dit que ce n'est pas important pour ce jeu. »

« Pas beaucoup d'info mais je crois percevoir le principe du jeu de course »

« Assez peu d'info mais semble ok », « Peu d'indications à ce propos, mais... »

« Bien que pas assez décrite, l'intégration du LG en tant que tel me semble tout à fait appropriée au contexte de formation. »

6.4.4 Synthèse des analyses et leçons tirées

Nos analyses montrent en premier lieu que, malgré les grandes quantités d'informations et de concepts nouveaux que les concepteurs devaient assimiler, ils ont quand même assimilé notre modèle de scénarisation en très peu de temps. De plus, ils ont été capables **d'imaginer des LG d'aussi bonne qualité avec LEGADEE, et ce, dès leur première utilisation.**

Nos analyses montrent également que l'utilisation de notre outil aide les concepteurs à imaginer des LG avec des **interactivités plus attractives et variées** et les aident également à présenter leur LG de façon **plus claire et détaillée**. Plus intéressant encore, les **concepteurs semblent avoir acquis des compétences en utilisant LEGADEE** puisqu'ils gardent de bonnes habitudes lors de leurs conceptions suivantes.

Nos analyses laissent également entrevoir que l'utilisation de LEGADEE améliore légèrement le choix de la **structuration pédagogique** et du **décorum**, mais qu'elle a une légère influence négative

sur l'**intégration de ces LG à la formation**. Il est vrai que nos résultats ne sont pas statistiquement significatifs, mais nous pensons que les tendances positives devraient s'affirmer avec d'autres évaluations plus longues. En effet, les concepteurs n'ont pas eu le temps de réellement s'habituer à LEGADEE et d'utiliser toutes le potentiel des fonctionnalités. Pourtant, nous sommes convaincus que les fonctionnalités des navigations et de validation du modèle les auraient aidés sur certains critères.

De plus, nous rappelons que notre évaluation s'est faite dans un **contexte assez particulier** et que ces résultats devront être validés dans d'autre contexte. En effet, nous avons demandé aux concepteurs d'endosser trois rôles à la fois : l'expert pédagogique, le *game designer* et de *screen designer*. Dans ce contexte particulier, nos propositions peuvent paraître un peu lourdes, mais nous pensons qu'elles trouveront tout leur sens dans des contextes de création collaborative.

Enfin, nous pensons que nos résultats auraient été beaucoup plus significatifs si nous avions pu faire une **évaluation plus longue** sur deux journées entières par exemple. En effet, avec plus de temps, les concepteurs auraient eu la possibilité de se familiariser avec toutes les fonctionnalités de LEGADEE et de concevoir des LG avec beaucoup plus de détails, facilitant ainsi leur évaluation.

SYNTHÈSE

Dans la première partie de ce chapitre, nous proposons une **méthode d'évaluation originale** en 4 étapes pour **mesurer l'utilité d'un outil auteur de LG** :

- Trouver une sélection de concepteurs avec un profil homogène et leur demander de concevoir 2 LG qui répondent aux cahiers des charges différents A et B, l'un avec l'outil auteur et l'autre sans de façon à avoir toutes les configurations possibles.
- Retranscrire les LG conçus sans l'outil auteur dans celui-ci à l'aide de règles et exporter toutes les spécifications de LG dans un format standard.
- Demander à des experts d'évaluer la qualité des LG à l'aide d'une grille d'évaluation de façon à ce que chaque LG soit évalué par 2 personnes.
- Comparer la qualité des LG conçus sans et avec l'outil auteur pour identifier son impact. Analyser les LG conçus après avoir utilisé l'outil pour voir s'il entraîne un effet d'apprentissage

Dans la deuxième partie, nous proposons une **grille d'évaluation pour évaluer les LG en cours de conception**. Elle est composée d'un ensemble de 17 indicateurs de qualité reconnus.

Dans la troisième partie, nous analysons les résultats obtenus lors de l'évaluation de LEGADEE avec notre méthode d'évaluation. Cette analyse montre que les concepteurs sont capables d'imaginer des **LG d'aussi bonne qualité avec LEGADEE**, et ce, dès leur première utilisation. Même si nos résultats ne sont pas statistiquement représentatifs, elle montre que les concepteurs ont tendance à concevoir des **activités plus attractives et variées** ainsi que de fournir des **spécifications plus claires et détaillées** quand ils utilisent LEGADEE. Plus intéressant encore, les **concepteurs semblent avoir acquis des compétences en utilisant LEGADEE** puisqu'ils gardent de bonnes habitudes lors de leurs conceptions suivantes.

Chapitre 7. Bilan et perspectives

Chapitre 7. Bilan et perspectives

7.1 Contributions de nos travaux.....	241
7.2 Limites de notre travail.....	244
7.3 Amélioration de LEGADEE et expérimentations futures	245
7.3.1 Améliorations des outils pour les concepteurs	245
7.3.2 Expérimentations futures	247
7.3.2.1 Évaluation pour tester les outils de collaboration.....	247
7.3.2.2 Évaluation de l’acceptabilité de LEGADEE dans une entreprise	248
7.4 Perspectives de recherche.....	248
7.4.1 Conception de LG en réalité mixte.....	248
7.4.2 Observations des différentes techniques de conception	249
7.4.3 Identification de patterns récurrents de tissage pédagogique–ludique	250

Dans ce chapitre, nous allons revenir sur les contributions de nos travaux de thèse. Nous montrons également les limites de nos recherches et notamment de notre méthode d'évaluation. Ensuite, nous présentons les améliorations que nous voulons apporter à notre modèle de scénarisation et à LEGADEE ainsi que les nouvelles évaluations à venir. Enfin, nous proposons différentes perspectives de recherche.

7.1 Contributions de nos travaux

Dans cette thèse, nous avons, en premier lieu, fourni une **terminologie** et une **définition** pour notre objet d'étude : les **Learning Games** (LG). Nous avons en effet ressenti le besoin de démarquer les limites de nos recherches par rapport au domaine des Serious Games, aujourd'hui très vaste.

En nous appuyant sur une étude bibliographique et l'expertise de praticiens à l'INSA de Lyon dans la conception et l'utilisation de LG nous avons montré les nombreuses caractéristiques des LG qui font qu'ils sont de véritables atouts pour la formation et plus particulièrement pour l'apprentissage de compétences métiers dans l'enseignement supérieur et en entreprise.

Nous avons également présenté les inconvénients majeurs des LG qui sont liés à leur **coût de production souvent très élevé**. Afin de comprendre comment il serait possible de réduire ces coûts, nous avons procédé à une **étude des besoins concrets des concepteurs de LG**. Nos observations et discussions avec les équipes de conception de l'INSA de Lyon et également avec des équipes d'entreprises de jeux vidéo, d'e-learning et de laboratoires nous ont permis de dresser la liste des principaux besoins.

Pour voir s'il existait des solutions pouvant être adaptées à leurs besoins, nous avons travaillé sur un **état de l'art des méthodologies, des modèles et des outils auteurs existants** pour créer des LG. Comme nous l'avons présenté dans le premier chapitre, nous avons rapidement identifié le besoin de **méthodologie et d'outil de collaboration et de capitalisation** entre les acteurs qui interviennent dans la création d'un LG. Nous avons également identifié le manque de **modèle de scénarisation de LG** capable de modéliser à la fois la structuration pédagogique et le scénario de jeu du LG, mais surtout un modèle capable d'aider les concepteurs à nouer ces deux structures ensemble afin de susciter une motivation intrinsèque chez

l'apprenant. Cette motivation, si difficile à atteindre, est pourtant l'atout majeur des LG puisqu'elle catalyse l'attention de l'apprenant et le pousse à se prendre au jeu !

Étant donné que les recherches sur les LG manquent encore de maturité, nous avons étendu notre état de l'art aux méthodes de conceptions d'EIAH et de jeux vidéo. Ces recherches étendues nous ont permis d'analyser les stratégies utilisées et valider par l'expérience dans ces différents domaines. Nous avons tenté de prendre le meilleur de chacun en dressant une **liste de caractéristiques qui nous semblaient fondamentales** pour construire une méthodologie globale de création collaborative, mais aussi pour structurer un modèle de scénarisation de LG.

Pour répondre au premier besoin de collaboration, nous avons donc repris cette liste des caractéristiques identifiés pour proposer une **méthodologie globale de création collaborative** pour les LG en 7 grandes phases qui guide les concepteurs. Pour chacune de ces phases, nous avons détaillé les rôles des acteurs qui interviennent, les outils dont ils peuvent se servir et les documents qu'ils doivent concevoir. Nous proposons également un **processus détaillé pour la phase de conception** qui pose souvent des problèmes de collaboration notamment entre l'expert pédagogique, qui a pour but de veiller à l'apport éducatif du LG et le *game designer* qui a pour but d'imaginer un LG ludique et attractif.

Pour faciliter la capitalisation de composants logiciels et ainsi réduire le coût de production, nous proposons également le **schéma de métadonnées LOMFR-LG** qui permet de décrire les spécificités des composants de LG, mais surtout de faciliter la recherche de composants adaptés à toutes les situations.

En reprenant la liste des caractéristiques primordiales, nous avons ensuite structuré une **modèle de scénarisation de LG** pour aider l'équipe de concepteurs à imaginer des LG qui soient à la fois ludiques et éducatifs. Notre modèle inclut tout d'abord une modélisation spécifique des **objectifs pédagogiques** qui répond aux besoins de notre contexte d'étude. Il repose également sur une modélisation de la **structuration pédagogique** en trois niveaux de granularité : *Module*, *Acte* et *Activité*. Cette modélisation a pour but d'aider l'expert pédagogique à concevoir une formation qui réponde aux objectifs pédagogiques prédéfinis et à communiquer sur celle-ci avec les autres acteurs.

Pour aider l'expert pédagogique et le *game designer* à collaborer et imaginer une mise en scène ludique pour les activités pédagogiques sous la forme d'un jeu, notre modèle propose également une modélisation du **scénario de la mise en scène ludique** de type **jeux à missions**. En outre, pour faciliter la conception d'un LG avec un fort potentiel éducatif, cette modélisation est également décomposée en trois niveaux de granularité : *Mission*, *Séquence* et *Écran* et modélise les liens entre les éléments pédagogiques et leur mise en scène ludique. La spécification détaillée des écrans permet également au *screen designer* de fournir des informations claires et formalisées pour l'équipe de réalisation.

Enfin, pour faciliter la conception de scénarios de LG riches, organisés et précis, notre modèle intègre aussi des éléments additionnels comme les *Participants* de la formation, les *Personnages* et les *Lieux* du jeu. Les concepteurs peuvent également intégrer des *Composants logiciels* réutilisables trouvés dans la base de données, mais aussi des *Documents* (texte, images, code) et des *Commentaires* qui peuvent être spécifiquement adressés aux différents membres de l'équipe de création du LG.

Enfin, nous proposons **LEGADEE** (*LEarning GAme DEsign Environment*), un outil d'aide à la conception qui réifie notre méthodologie globale de conception collaborative et notamment le processus de conception et de scénarisation de LG. Cet outil propose également une base de données de composants logiciels réutilisables. L'interface de notre outil présente à la fois la vision des éléments pédagogiques du LG et comment ces éléments sont noués au jeu. Cette double visualisation a pour but de faciliter le travail collaboratif de l'expert pédagogique et du *game designer*. Les outils disponibles et les droits de lecture et d'écriture s'adaptent également aux rôles de l'utilisateur afin d'offrir l'environnement de travail le plus adapté à la réalisation de leurs tâches. LEGADEE propose également un ensemble d'indicateurs lumineux pour aider les concepteurs à construire un scénario sans oublier d'éléments et notamment sans oublier d'intégrer les compétences cibles définies au début du projet.

Dans la dernière partie de cette thèse, nous proposons une **méthode d'évaluation** qui permet d'analyser l'effet de l'utilisation d'un outil d'aide à la conception de LG en comparant la qualité des LG conçus sans et avec cet outil. Afin d'analyser la qualité de ces LG, qui sont sous la forme de spécifications textuelles et visuelles,

nous proposons une **grille d'évaluation** avec une vingtaine de critères qualité. Afin d'analyser le LG sous différents angles, cette grille donne des précisions sur la qualité pédagogique du LG, son potentiel ludique ainsi que son utilité dans le contexte de formation. Elle permet également de mesurer le respect du cahier des charges initial et donne des indications sur les difficultés de réalisation et le coût prévisionnel de la création du LG.

L'utilisation de cette méthode d'évaluation sur LEGADEE montre que, malgré le fait d'avoir à utiliser un outil inconnu, **les concepteurs ont réussi à concevoir des LG d'aussi bonne qualité avec LEGADEE, et ce même lors de la première utilisation.** Bien que nous n'ayons pu obtenir des résultats statistiquement significatifs, nous observons pour l'instant des tendances positives pour certains indicateurs de qualité. En effet, avec LEGADEE, les sujets semblent concevoir des LG avec des **activités plus attractives et variées** et tendent également à rédiger des **spécifications plus claires et détaillées**. Plus intéressant encore, les concepteurs semblent avoir **acquis des compétences** en utilisant LEGADEE puisqu'ils gardent de bonnes habitudes lors des conceptions suivantes.

7.2 Limites identifiées

Comme nous l'avons vu dans le chapitre 6, nos résultats ne sont pas statistiquement significatifs. Nous pensons que cet aspect provient de l'accumulation de situations qui ont altéré la valeur de l'évaluation.

Tout d'abord, avons décidé de ne pas évaluer l'aspect collaboratif lors de cette première évaluation dans laquelle nous voulions déjà valider l'outil, le modèle et le processus de conception. En effet, chaque sujet concevait son LG tout seul, c'est-à-dire qu'il devait endosser les rôles de l'expert pédagogique, du *game designer* et de *screen designer*. Même si cette situation été nécessaire pour notre première évaluation, elle ne reflète pas la situation réaliste pour laquelle nous avons conçu LEGADEE. De plus, nous avons pu remarquer que les sujets de notre expérimentation n'ont pas eu assez de temps pour se familiariser avec notre outil ni même d'utiliser certaines fonctionnalités. En outre, à cause du peu de temps disponible pour l'évaluation, les concepteurs n'ont pas eu le temps de décrire leurs LG en détail. Les experts évaluateurs ont donc eu du mal à se faire une idée des LG conçus et à évaluer précisément leurs qualités.

C'est en tout cas ce que montrent les indices de confiance et les commentaires que les experts ont laissés pour chacune de leurs notes.

Enfin, la bibliothèque de composants logiciels réutilisables mise à la disposition des concepteurs lors de l'évaluation ne contenait qu'une vingtaine de composants fournis par les entreprises et les laboratoires membres du projet LGF. La collection des composants n'était pas très vaste et il est donc normal que nombre de concepteurs n'aient pas trouvé de composants adaptés à leurs besoins. De plus, nous n'avons pas pu vérifier que les fonctionnalités de recherche avancée de LEGADEE aidaient réellement les concepteurs à trouver les composants adaptés dans une large base de données pour laquelle il aurait été difficile de parcourir les composants un à un.

Nous comptons repousser les limites que nous venons de décrire avec des expérimentations complémentaires. Dans la suite de ce chapitre, nous présentons les deux expérimentations prévues dans les 6 mois à venir ainsi que les améliorations que nous allons apporter à LEGADEE.

7.3 Amélioration de LEGADEE et expérimentations futures

7.3.1 Améliorations des outils pour les concepteurs

Lors de notre première évaluation, nous avons demandé aux concepteurs de décrire leur LG de façon globale avec trois phrases. Ces phrases ont été très utiles aux experts pour avoir une idée générale du contenu et du style du LG. Dans le contexte d'un projet, il est toujours utile d'avoir une telle description pour le client mais aussi pour présenter rapidement le LG. Cependant, il nous est apparu que presque un tiers des descriptions fournies lors de notre évaluation n'était pas claires. Pour aider les concepteurs à fournir une description succincte mais riche en information, nous voulons leur proposer une fiche de description avec des rubriques. Nous pensons notamment nous inspirer des rubriques des fiches descriptives utilisées par les entreprises de jeux vidéo (titre du jeu, public cible, plateforme, concept, univers, *gameplay*, exemple de jeu similaire) en ajoutant des rubriques spécifiques aux LG comme les objectifs pédagogiques et la justification du choix du jeu.

En outre, lors de notre évaluation, les concepteurs ont ressenti le besoin d'ajouter des informations directement sur la *palette Scé-*

nario, sans forcément les attacher à un élément du scénario en particulier. Un des concepteurs voulait, par exemple, ajouter un système de suivi de traces pendant tout le jeu. Avec le fonctionnement actuel de LEGADEE, il devait ajouter cet élément à toutes les *Missions* de son scénario. Cette contrainte permet d'avoir des informations plus précises pour chaque *Mission*, mais ne semble pas très naturelle. Nous proposons donc d'adapter notre modèle de scénarisation pour que l'on puisse associés des *Commentaires* et des *Composants logiciels* directement au scénario lui-même et non à un élément du scénario en particulier.

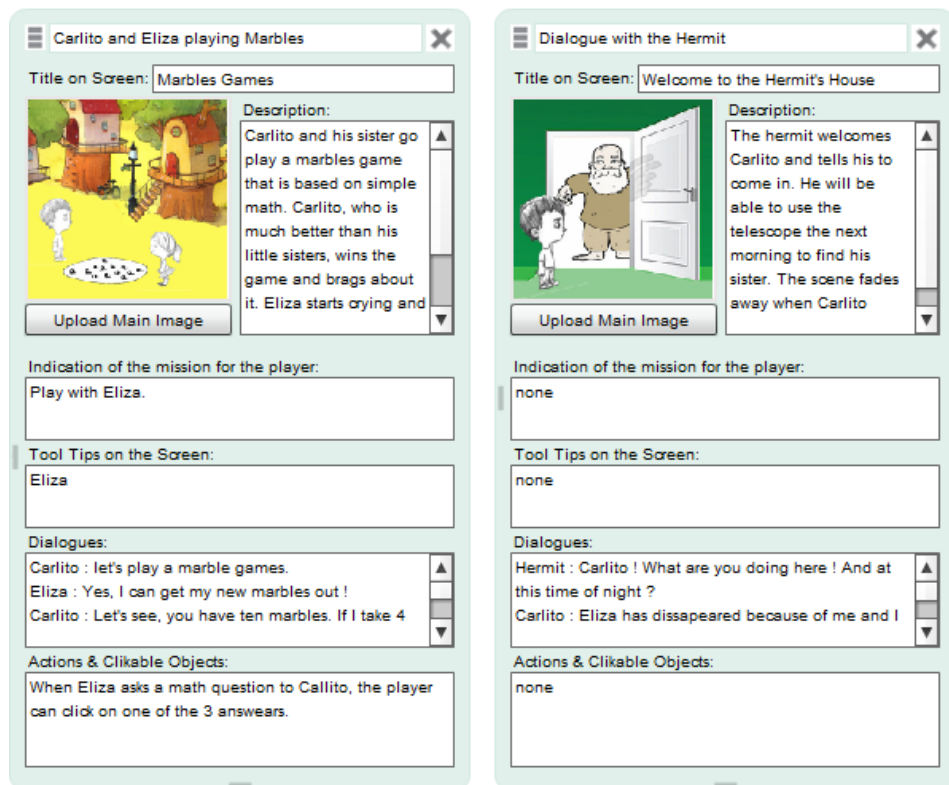


Figure 65 : différents types d'écrans dans un exemple conçu avec LEGADEE

De plus, lors de la conception de plusieurs LG complets, nous nous sommes rendu compte que le format proposé pour les *Écrans* n'est pas toujours approprié. En effet, même si ce format est adapté aux écrans dans lesquels l'apprenant joue (Figure 65, à gauche), les champs *indications de la mission*, *info Bulle* et *éléments cliquables* sont vides pour les écrans dans lesquels il y a une animation ou un petit film de transition (Figure 65, à droite). Nous pensons donc proposer, comme c'est le cas dans les entreprises de jeux vidéo,

la possibilité de choisir un type d'écran (Jeu ou Animation) en fonction duquel les champs proposés pour la description ne seront pas les mêmes. Nous pensons également travailler sur un outil de visualisation simple des dialogues entre le joueur et les personnages non joueurs.

Enfin, lors de notre évaluation, nous avons noté que les concepteurs ne savaient pas comment placer les séances de débriefing. Nous pensons pouvoir résoudre ce problème en proposant différents types de *Séquences* dans le scénario du jeu. Ainsi, les *Séquences* pourraient être du type Jeu ou Débriefing.

7.3.2 Expérimentations futures

Au-delà de la première évaluation décrite dans le chapitre 5, nous avons décidé d'évaluer LEGADEE avec deux évaluations complémentaires.

7.3.2.1 Évaluation pour tester les outils de collaboration

Une expérimentation pour tester les outils d'aide à la collaboration proposée par LEGADEE aura lieu en janvier 2013 avec une classe de 12 élèves en 3^{ème} année de Licence Pro Web CRSPM (Conception et Réalisation de services et Produits Multimédia) à Institut Universitaire de Technologie de Laval. Les élèves sont en alternance et reçoivent des formations variées : infographie, audiovisuel, scénario de film, langage de programmation web et modélisation de formation e-learning.

Dans le cadre d'un remaniement de la formation, les enseignants souhaitent intégrer un projet « fil rouge » de conception et réalisation d'un LG. Ainsi, le LG sera repris comme cadre de travail dans les différentes disciplines théorique du premier semestre. Les élèves pourront notamment travailler sur la modélisation du scénario dans les cours de « formation *e-learning* » et « scénarisation de film ». Durant leur formation, ils recevront également une petite formation sur les LG et le principe d'utilisation de LEGADEE dont ils se serviront pour formaliser leur scénario. Les spécifications produites par LEGADEE serviront de documents de base pour le développement du LG qui se déroulera dans le cours d'informatique et la réalisation des images qui se fera dans le cours d'infographie.

Cette évaluation nous permettra de tester les outils de collaboration, et notamment l'utilisation des différentes vues et des droits

sur les palettes puisque les élèves endosseront des rôles différents dans le projet en fonction de leurs compétences. De plus, les élèves auront le temps de se familiariser avec des fonctionnalités de LEGADEE et nous pourrons ainsi valider l'apport de nos propositions de façon plus approfondie. De plus, nous pourrons valider l'utilité de la fonctionnalité d'exportation puisque les spécifications produites par LEGADEE vont réellement servir de base à la phase de réalisation du LG.

7.3.2.2 Évaluation de l'acceptabilité de LEGADEE dans une entreprise

Nous avons prévu de fournir LEGADEE à Interactive 4D⁸³, une petite entreprise de LG qui souhaite le tester. Les dirigeants pensent notamment que LEGADEE pourrait les aider dans le cadre d'un de leur projet dans lequel l'aspect éducatif du LG est très important. En effet, après les difficultés rencontrées dans d'autres projets similaires, ils souhaitent tester une nouvelle solution pour aider leur *game designer* à communiquer avec les experts pédagogiques du domaine.

Cette expérimentation nous permettra de valider l'utilité de LEGADEE dans un contexte de réel, avec des professionnels de la conception de LG et après quelques semaines, nous pourrons avoir des informations sur l'acceptabilité de LEGADEE sur le terrain.

7.4 Perspectives de recherche

7.4.1 Conception de LG en réalité mixte

Nous avons développé LEGADEE de telle façon qu'il soit assez facile d'ajouter des fonctionnalités et des palettes. Ainsi, dans le cadre de travaux de notre équipe, Orliac *et al.*, (2012) ont conçu et développé MIRLEGADEE, une extension de LEGADEE pour concevoir des LG en Réalité Mixte.

Ces chercheurs ont notamment ajouté un ensemble de fonctionnalités, en amont de la phase de conception, pour aider l'équipe de créateur à trouver des idées et notamment les moyens avec lesquels ils peuvent intégrer de la Réalité Mixte dans leur LG. Les concepteurs utilisent ensuite les fonctionnalités de LEGADEE pour for-

⁸³ <http://interactive4d.com>

maliser leur scénario sur les trois niveaux de granularité. Afin de préciser les interactions avec les dispositifs de Réalité Mixte, Orliac *et al.*, (2012) ont également choisi d'affiner les *Écrans* de jeu avec des *Actions* de deux types : les actions utilisateurs (*user action*) et les actions système (*system action*) (Figure 66).

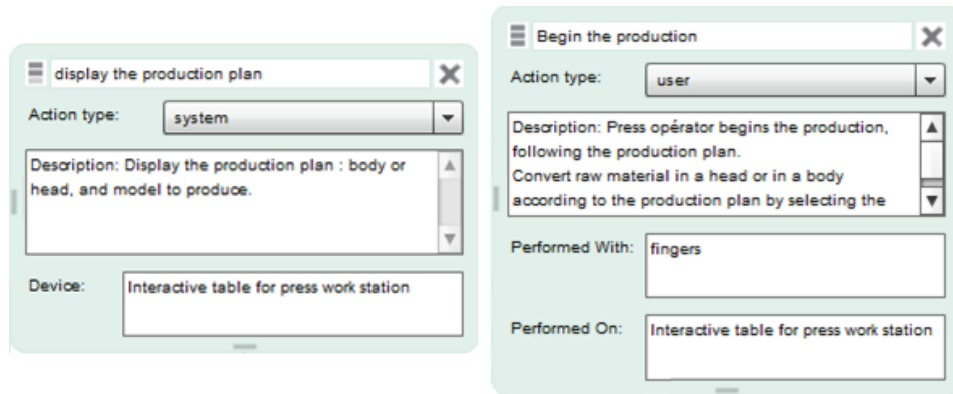


Figure 66 : Ajout de la description d'actions dans MIRLEGADEE

7.4.2 Observations des différentes techniques de conception

Lors de notre première évaluation, nous avons demandé aux concepteurs de jouer à la fois le rôle d'expert pédagogique, de *game designer* et de *screen designer*. Lors de la présentation du processus de conception, nous n'avons intentionnellement pas donné d'indications précises concernant l'ordre dans lequel ils devaient concevoir les éléments du scénario. Même avec une population assez homogène d'enseignants chercheurs, nous avons pu observer une multitude de techniques de conception. La Figure 67 montre six *patterns* que nous avons pu observer dans les traces et qui illustrent la grande diversité de techniques de conception. Environ deux tiers des concepteurs ont commencé par les *Modules* c'est-à-dire qu'ils ont débuté la conception en fonction des éléments pédagogiques. L'autre tiers a commencé directement par les *Missions*, c'est à dire la partie ludique du LG et n'est revenu à la structure pédagogique qu'après. Enfin, un des concepteurs a commencé directement par la création des personnages principaux et des lieux du jeu avant de commencer à travailler sur le scénario.

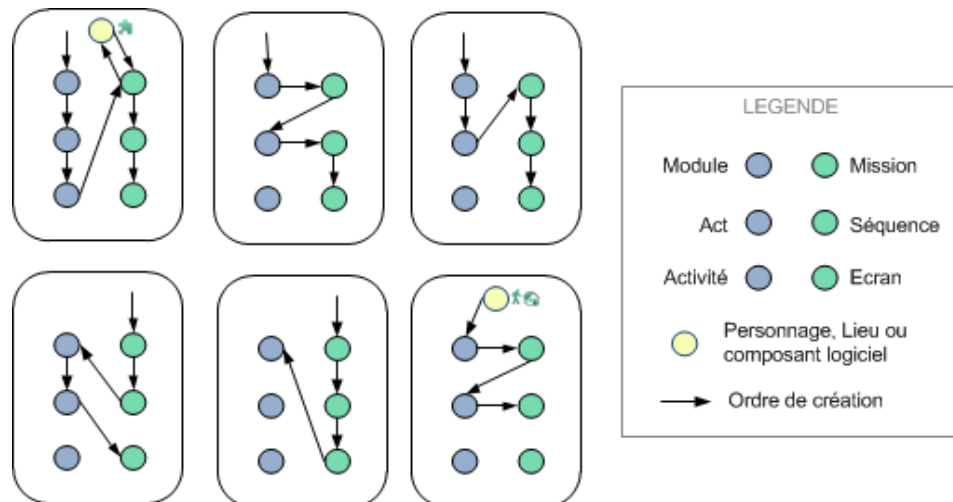


Figure 67 : Quelques patterns observés lors de l'expérimentation de LEGADEE

Nous pensons qu'il serait très intéressant d'analyser avec plus de détails ces techniques de conception et, si possible, comparer leurs effets sur les caractéristiques des LG conçus. Est-ce que la conception de la *structuration pédagogique* avant le *scénario de mise en scène ludique* améliore la qualité pédagogique des LG ? Est-ce que la conception de chaque élément en profondeur fournit de meilleurs LG que ceux conçus par paliers successifs ?

Dans l'optique de répondre à ces questions, nous pourrions collecter des traces plus précises dans LEGADEE et faire des analyses pour détecter automatiquement les techniques de conception suivies. En fonction des résultats, nous pourrions même imaginer de proposer de l'aide ou des outils adaptés à différents moments en fonction des techniques de conception choisies.

7.4.3 Identification de patterns récurrents de tissage pédagogique–ludique

Nous pensons qu'il serait très intéressant d'analyser la structure des bons LG qui ont fait la preuve de leurs efficacités. Nous pensons tout particulièrement à analyser la nature des liens entre leurs structures pédagogiques et leurs scénarios de mise en scène ludique. En effet, nous pensons pouvoir trouver des *patterns* de « bonnes » structures récurrentes à partir desquels nous pourrions fournir des conseils sur la façon de tisser les activités pédagogiques au jeu.

En outre, nous pensons que le fait de modéliser des jeux avec notre modèle de scénarisation est un bon moyen d'identifier de tels patterns puisque notre modèle permet de faire la distinction entre la

structure pédagogique du LG et la mise en scène ludique, mais surtout de formaliser, de façon explicite, les liens entre ces éléments.

Dans la perspective d'analyser les structurations pédagogiques des LG, il pourrait être pertinent de s'appuyer sur les travaux de Chevallard (1999) pour identifier les buts didactiques associés aux *Modules* du scénario. Cet auteur propose en effet une liste de 6 « moments » didactiques qui permettent d'analyser toutes les étapes d'une formation : première rencontre avec l'enjeu de l'étude, exploration, constitution, travail de la technique, institutionnalisation et évaluation. Avec cette liste, nous pourrions analyser la structure pédagogique des bons LG en identifiant l'enchaînement des « moments » pédagogiques qu'ils proposent.

De la même façon, nous pourrions identifier les « moments » ludiques proposés par ces LG pour trouver des patterns récurrents. Les travaux de Propp & Mélétsinski (1970) par exemple, nous paraissent particulièrement adaptés pour analyser les *Missions* du scénario de mise en scène ludique du LG. En effet, ils proposent 31 situations et 8 types de personnages avec lesquels il est possible de modéliser n'importe quel conte. Même s'il faudra sûrement adapter ces travaux aux histoires que l'on trouve dans un LG, il nous semble que c'est une piste prometteuse. La théorie de Polti & Ray (1921) selon laquelle il existe, pour tout type de scénario, 36 situations dramatiques de base, semble aussi adaptée à nos besoins. Nous explorons également d'autres travaux comme le modèle de Paulme (1976) qui identifie 7 types de structures qui couvre tout type d'histoires ou encore les travaux de Champagnat *et al.* (2010) qui proposent une extension du *Hero's Journey* (Campbell, 2003) pour faire des scénarios adaptatifs de LG.

Nous pensons que l'analyse des scénarios de bons LG avec ces différentes typologies révélera des structures récurrentes qui pourront nous aider à formuler des design patterns génériques pour tisser les activités pédagogiques au jeu.

Bibliographie

- ABT C.C. (1970). *Serious Games*. University Press Of America, 196 p.
- ADAMS E. & ROLLINGS A. (2006). *Fundamentals of Game Design*. Prentice Hall, 600 p.
- AGUIRRE-CERVANTES J. & PERNIN J.-P. (2011). A Scenario Editing Environment for Professional Online Training Systems. *In : Computational Science and Its Applications, ICCSA*, Springer Berlin / Heidelberg, vol. 6785, p. 502-517.
- AKKOUCHE I. & PREVOT P. (1989). Conception et génération de jeux d'entreprise. Colloque Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication, NTICF. Rouen, France.
- ALDRICH C. (2009). *The Complete Guide to Simulations and Serious Games: How the Most Valuable Content Will be Created in the Age Beyond Gutenberg to Google*. USA, Pfeiffer, 576 p.
- ALVAREZ J. (2007). Du jeu vidéo au serious game : approches culturelle, pragmatique et formelle. Thèse en Doctorat de Science de l'information et de la communication, Université Toulouse II et III, 428 p.
- ARAUJO M. & ROQUE L. (2009). Modeling Games with Petri Nets. *Breaking New Ground: Innovation in Games, Play, Practice and Theory*, DIGRA. Londres, UK.
- AUGEREAU P.-J. & RISETTI A. (2004). Un même mot, des démarches multiples. *In : Gestion des compétences, Levier de la performance. Les dossiers du pôle productique Rhône-Alpes*, p. 6-8.
- AUSSENAC N. (1989). Conception d'une méthodologie et d'un outil d'acquisition de connaissances expertes. Thèse en Doctorat d' Informatique, Université de Paul Sabatier, Toulouse.
- BABARI M., MAHI A. & PREVOT P. (2000). Approche générique pour la conception et l'ingénierie de jeux d'entreprise multimédias coopératifs : Cas du jeu de la maintenance multimédia. *Technologies de l'information et de la communication dans les enseignements d'ingénieurs et dans l'industrie*, TICE, p. 377-384.
- BAGLIN G. (1984). La méthode KANBAN ou gestion par l'aval. *Revue de l'Association Française de Gestion Industrielle*, vol. 3.
- BALACHEFF N. & VIVET J. (1994). *Didactique et intelligence artificielle*. Pensée Sauvage, 302 p.
- BARON G.-L. & BRUILLARD E. (1996). *L'informatique et ses usagers dans l'éducation*. Presses Universitaires de France, 320 p.
- BARON M., LUCQUIAUD V., AUTARD D. & SCAPIN D.L. (2006). K-MADe: un environnement pour le noyau du modèle de description de l'activité. *New York, NY, USA, ACM*, p. 287-288.
- BARR A., BEARD M. & ATKINSON R.C. (1975). The Computer as a Tutorial Laboratory: The Stanford BIP Project.
- BASTIEN J.M.C. & SCAPIN D.L. (1993). Ergonomic Criteria for the Evaluation of Human-Computer interfaces.
- BEGUIN A. (2000). Entre interactivité et médiation : quelques interrogations sur les usages des nouveaux médias dans l'enseignement. *La Revue interacadémique des TICE*, n°13.
- BENVENISTE S. (2010). La conception incrémentale de jeux sérieux musicaux pour la santé : théorie et application au traitement des troubles du comportement et de la

maladie d'Alzheimer. Thèse en Doctorat d'Informatique temps-réel, robotique et automatique, École Nationale Supérieure des Mines de Paris, 274 p.

- BISOGNIN L., CARRON T. & MARTY J.-C. (2012). Learning Games Factory: Construction of Learning Games Using a Component-Based Approach. *In : Leading Issues in Game-Based Learning Research; selected paper from ECGBL10*, Academic Publishing International, p. 105–123.
- BISSERET A., SEBILLOTTE S. & FALZON P. (1999). *Techniques pratiques pour l'étude des activités expertes*. Octares, 160 p.
- BJÖRK S. & HOLOPAINEN J. (2004). *Patterns In Game Design*. Cengage Learning, 452 p.
- BLANCHARD E. (2007). Motivation et culture en e-Learning. Thèse en de Doctorat en Informatique, Montreal, Canada, Université de Montréal, 208 p.
- BLANCHARD E. & FRASSON C. (2006). Faciliter la création d'environnements virtuels d'apprentissage s'inspirant des jeux vidéo. Colloque international sur les Technologies de l'Information et de la Communication dans l'Enseignement Supérieur et l'Entreprise, TICE. Toulouse, France.
- BONNEFOI F. (2010). Vérification formelle des spécifications de systèmes complexes par réseaux de Petri : application aux systèmes de transport intelligents. Thèse en Doctorat d'Informatique, Paris 6, 174 p.
- BOTERF G.L. (1994). *De la compétence: Essai sur un attracteur étrange*. Les Ed. d'Organisation, 175 p.
- BOTTURI L. (2003). E2ML - Educational Environment Modeling Language. Ph.D. in Communication Sciences, Italy, Faculty of Communication Sciences University of Lugano, 262 p.
- BOTTURI L. & STUBBS T. (2008). *Handbook of Visual Languages for Instructional Design: Theories and Practices*. Information Science Reference, 542 p.
- BOUDIER V.L. & DAMBACH Y. (2010). *Serious Game : Révolution pédagogique*. Hermes Science Publications, 216 p.
- BRITAIN S. & LIBER O. (2004). A framework for pedagogical evaluation of virtual learning environments. Report of JTAP - JISC Technology Applications, UK, Bolton Institute.
- BROUGÈRE G. (2005). *Jouer/Apprendre*. Economica, 176 p.
- CABAS VIDANI A. & CHITTARO L. (2009). Using a Task Modeling Formalism in the Design of Serious Games for Emergency Medical Procedures. Conference in Games and Virtual Worlds for Serious Applications.
- CALLOIS R. (1992). *Les Jeux et les hommes*. Gallimard, 374 p.
- CAMPBELL J. (2003). *The Hero's Journey*. New World Library, 288 p.
- CARON P.A. (2012). Le jeu des faces: objet pédagogique pour la conception de serious game. Colloque Scientifique international, eVirtuose. Valenciennes, France.
- CARRON T., MARTY J.-C. & HERAUD J.-M. (2008). Teaching with Games Based Learning. Management Systems: Exploring and Observing a Pedagogical Dungeon. *Simulation and Gaming*, vol. 39, n°3, p. 353-378.
- CHAMPAGNAT R., DELMAS G. & AUGERAUD M. (2010). A storytelling model for educational games : Hero's interactive journey. *International Journal of Technology Enhanced Learning*, vol. 2, n°1/2, p. 4-20.
- CHAMPAGNAT R., PRIGENT A. & ESTRAILLIER P. (2005). Scenario building based on formal methods and adaptative execution. International Simulation and Gaming Association, ISAGA. Atlanta, USA.

- CHARLIER É. (1989). *Planifier un cours c'est prendre des décisions*. De Boeck-Wesmael, 154 p.
- CHEVALLARD Y. (1999). L'analyse des pratiques enseignantes en théorie anthropologique du didactique. *La Pensée sauvage, Recherches en didactique des mathématiques*, vol. 19, n°2, p. 221-265.
- CONLAN O. & WADE V. (2001). Extending educational metadata schemas to describe adaptive learning resources. *ACM conference on hypertext and hypermedia*, p. 161-162.
- CRAWFORD C. (1982). *The Art of Computer Game Design*, 120 p.
- CSIKSZENTMIHALYI M. (1990). *Flow: The Psychology of Optimal Experience*. Harper Perennial, 320 p.
- DADE-ROBERTSON M. (2007). Visual Scenario Representation in the Context of a Tool for Interactive Storytelling. *In : Virtual Storytelling. Using Virtual Reality Technologies for Storytelling*, Springer Berlin / Heidelberg, vol. 4871, p. 3-12.
- DALZIEL J. (2003). Implementing Learning Design: The Learning Activity Management System (LAMS). *Australasian Society for Computers in Learning in Tertiary Education, ASCILITE*. Adelaide, Australie.
- DAMASIO A.R. (1995). *Descartes' Error: Emotion, Reason, and the Human Brain*. Harper Perennial, 336 p.
- DANIEL S., HARRAP R. & POWER M. (2009). Getting Into Position: Serious Gaming in Geomatics. Vancouver, British Columbia, p. 213-219.
- DEMPSEY J.V. & JOHNSON R.B. (1998). The development of an ARCS Gaming Scale. *Journal of Instructional Psychology*, vol. 25, n°4, p. 215-221.
- DESSUS P. (2000). La planification de séquences d'enseignement, objet de description ou de prescription ? *Revue française de pédagogie*, vol. 133, n°1, p. 101-116.
- DJAOUTI D. (2011). *Serious Game Design - Considérations théoriques et techniques sur la création de jeux vidéo à vocation utilitaire*. Thèse en Doctorat d'Informatique, Toulouse, France, Université Paul Sabatier, 330 p.
- DONDLINGER M.J. (2007). Educational video game design: A review of the literature. *Journal of Applied Educational Technology*, vol. 4, n°1, p. 21-31.
- DURAND G. & DOWNES S. (2009). Toward Simple Learning Design 2.0. 4th International Conference on Computer Science Education, ICCSE, p. 894 -897.
- DURANT T. (2007). *Savoir, savoir-faire et savoir-être, Repenser les compétences de l'entreprise*. Conférence de l'Association Internationale de Management Stratégique. Montreal, Canada.
- ERMINE. (1970). *Les systemes de connaissances*. Hermes Sciences Publicat, 240 p.
- EYSTER T. (2008). *Playing Game in Class, A beginner's guide for Higher Education*. Rapport interne, Kaplan, USA, université de Kaplan. 7 p.
- FABRICATORE C. (2000). *Learning and Videogames: An Unexploited Synergy*. Association for Educational Communications and Technology, AECT. Long Beach, CA, USA.
- FEDERATION OF AMERICAN SCIENTIST. (2006). *R&D Challenges in Games for Learning*, p. 17.
- FERDIG R.E. ÉD. (2008). *Handbook of Research on Effective Electronic Gaming in Education*. IGI Global, 450 p.
- FERRARIS C., MARTEL C. & VIGNOLLET L. (2007). LDL for collaborative activities. *In : Handbook of Visual Languages for Instructional Design*, IGI Global, p. 224-251.

- FRITZ F., SUSPERREGUI A. & LINAZA M.T. (2005). Enhancing Cultural Tourism experiences with Augmented Reality Technologies. International Symposium on Virtual Reality, Archaeology and Cultural Heritage, VAST. Pise, Italie.
- FULLERTON T. (2008). *Game Design Workshop, Second Edition: A Playcentric Approach to Creating Innovative Games*. Morgan Kaufmann.
- GAUSSOT L. (2002). Le jeu de l'enfant et la construction sociale de la réalité. *Spirale*, vol. 24, n°4, p. 39.
- GEORGE S. (2010). Interactions et communications contextuelles dans les environnements informatiques pour l'apprentissage humain. Habilitation à diriger des recherches en sciences, INSA de Lyon et Université Claude Bernard-Lyon 1. 245 p.
- GEORGE S., TITON D. & PREVOT P. (2005). Simulateur de comportements d'apprenants dans le cadre de jeux d'entreprise. Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain, EIAH. Montpellier, France, p. 389-394.
- GILGEOUS V. & D'CRUZ M. (1996). A study of business and management games. *Management Development Review*, vol. 9, n°1, p. 32-39.
- GÖBEL S., DE CARVALHO RODRIGUES A., MEHM F. & STEINMETZ R. (2009). Narrative Game-Based Learning Objects for Story-based Digital Educational Games. 1st International Open Workshop on Intelligent Personalization and Adaptation in Digital Educational Games.
- GÖBEL S., SALVATORE L., KONRAD R. & MEHM F. (2008). StoryTec: A Digital Storytelling Platform for the Authoring and Experiencing of Interactive and Non-linear Stories. *In : Interactive Storytelling*, Springer Berlin / Heidelberg, vol. 5334, p. 325-328.
- GONÇALVES C., NEY M. & BALACHEFF N. (2009). Les étudiants jouent mais à quel jeu jouent-ils? Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain, EIAH, Workshop Serious Games. Le Mans, France, p. 11-26.
- GRAESSER A. & CHIPMAN P. (2009). Deep Learning and Emotion in Serious Games. *In : Serious Games: Mechanisms and Effects*, Taylor & Francis, p. 83-102.
- GRAHLMANN B. & BEST E. (1996). PEP, more than a Petri Net tool. *In : Tools and Algorithms for the Construction and Analysis of Systems*, Springer Berlin / Heidelberg, vol. 1055, p. 397-401.
- HABGOOD M.P.J. (2007). Zombie Division: Evaluating principles of intrinsic integration. Serious Games Summit. San Francisco, CA, USA.
- HARMAN K. & KOOHANG A. (2007). *Learning objects: standards, metadata, repositories & LCMS*. Informing Science, 406 p.
- HOSOTANI K. (1997). *Le guide qualité de résolution de problème - le secret de l'efficacité japonaise*. Dunod, 192 p.
- HOTTE R. & BESANÇON V. (2005). Guide d'orientation pour la scénarisation du tutorat en ligne. Conférence des recteurs et des principaux des universités du Québec, CRE-PUQ. Québec, Canada.
- HOURST B. & THIAGARAJAN S. (2007). *Modèles de jeux de formation : Les jeux-cadres de Thiagi*. Eyrolles, 429 p.
- HUBERAC J.-P. (2001). *Guide des méthodes de la qualité: choisir et mettre en oeuvre une démarche qualité qui vous convienne dans l'industrie ou les services*. Editions Maxima, 310 p.
- HUIZENGA J., ADMIRAAL W., AKKERMAN S. & TEN DAM G. (2007). Learning History by Playing a Mobile City Game. European Conference on Game-Based Learning, ECGBL. Paisley, Scotland, p. 127-134.

- IBANEZ B.C., BOUDIER V. & LABAT J.-M. (2009). Knowledge Management Approach to Support a Serious Game Development. *Advanced Learning Technologies, ICALT*, p. 420-422.
- JOURDE F. (2011). Collecticiel et Multimodalité : spécification de l'interaction, la notation COMM et l'éditeur e-COMM, 301 p.
- JOVANOVIC M., STARCEVIC D., STAVLJANIN V. & MINOVIC M. (2008). Educational Games Design Issues: Motivation and Multimodal Interaction. *In : Emerging Technologies and Information Systems for the Knowledge Society*, Springer Berlin / Heidelberg, vol. 5288, p. 215-224.
- KELLE S., KLEMKE R. & SPECHT M. (2011). Design patterns for learning games. *International Journal of Technology Enhanced Learning*, vol. 3, n°6, p. 555-569.
- KELLY H., HOWELL K., EITAN GLINERT E., HOLDING L., SWAIN C., BURROWBRIDGE A. & ROPER M. (2007). How to build serious games. *Communications of the ACM*, vol. 50, n°7, p. 44-49.
- KICKMEIER-RUST M.D. & ALBERT D. (2009). Emergent Design: Serendipity in Digital Educational Games. Berlin, Heidelberg, Springer-Verlag, p. 206-215.
- KIILI K. (2005). Educational Game Design: Experiential gaming model revised. Finland, Report n° 4 for the Tampere University of Technology.
- KIRKLEY S. & KIRKLEY J. (2005). Creating next generation blended learning environments using mixed reality, Video Games and Simulations. *TechTrends*, vol. 49, n°3, p. 42-53.
- KIRKLEY S.E. (2007). Navy Serious Games for Training (N-SGT) Methodology and Toolkit. Navy report n°N06-T006, USA.
- KIRRIEMUIR J. & MCFARLANE A. (2004). Literature Review in Games and Learning. NESTA Futurelab.
- KOPER R. & TATTERSALL C. (2005). *Learning Design: A Handbook on Modelling and Delivering Networked Education and Training*. Springer, 448 p.
- KOVACS B., GAUNET F. & BRIFFAULT X. (2004). *Les techniques d'analyse de l'activité pour l'interaction homme-machine*. Hermes Science Publications, 228 p.
- DE LA PASSARDIERE B. & GRANDBASTIEN M. (2003). Présentation de LOM v1.0, standard IEEE. *Revue Sciences et techniques éducatives*, p. 211-218.
- LAGOZE C. & SOMPEL H.V. DE. (2001). The Open Archives Initiative: Building a Low-Barrier Interoperability Framework. Los Alamitos, CA, USA, IEEE Computer Society, p. 54-62.
- LALEUF J.R. & SPALTER A.M. (2001). A component repository for learning objects: a progress report. New York, NY, USA, ACM, p. 33-40.
- LASNIER F. (2005). *Réussir la formation par compétences*. Guérin Canada, 504 p.
- LAZZARO N. (2004). Why We Play Games: Four Keys to More Emotion Without Story. rapport de XEODesign.
- LEFEVRE M. (2009). Processus unifié pour la personnalisation des activités pédagogiques : méta-modèle, modèles et outils. Thèse en Doctorat d'Informatique, Lyon, France, Université de Lyon 1.
- LEJEUNE A. (2004). IMS Learning Design. Etude d'un langage de modélisation pédagogique. *Distances et Savoirs*, vol. 2, n°4, p. 409-450.
- LEO D.H., ASENSIO-PEREZ J.I. & DIMITRIADIS Y.A. (2005). Computational Representation of Collaborative Learning Flow Patterns using IMS Learning Design. *Educational Technology & Society*, vol. 8, n°4, p. 75-89.

- LEPPER M.R. & MALONE T.W. (1987). Intrinsic motivation and instructional effectiveness in computer-based education. *In* : *Aptitude, learning, and instruction*, Hillsdale, NJ, Erlbaum, vol. 3 : Conative and affective process analysis, p. 255-286.
- LOM. (2002). Standard for Learning Object Metadata.
- MANIN N., GEORGE S. & PRÉVÔT P. (2006). Using virtual learners' behaviours to help the development of educational business games. European Conference on Technology Enhanced Learning, EC-TEL. Crete, Grece, Springer, p. 287-301.
- MARCHIORI E.J., TORRENTE J., DEL BLANCO Á., MORENO-GER P., SANCHO P. & FERNÁNDEZ-MANJÓN B. (2012). A narrative metaphor to facilitate educational game authoring. *Computers & Education*, vol. 58, n°1, p. 590-599.
- MARFISI-SCHOTTMAN I., GEORGE S. & TARPIN-BERNARD F. (2010). Tools and Methods for Efficiently Designing Serious Games. Games Based Learning, ECGBL. Copenhagen, Denmark, p. 226-234.
- MARFISI-SCHOTTMAN I., GEORGE S. & TARPIN-BERNARD F. (2011). Un profil d'application de LOM pour les Serious Games. Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain, EIAH. Mons, Belgique, p. 81-94.
- MARFISI-SCHOTTMAN I., SGHAIER A., GEORGE S., TARPIN-BERNARD F. & PREVOT P. (2009a). Towards Industrialized Conception and Production of Serious Games. International Conference on Technology and Education, ICTE. Paris, France, p. 1016-1020.
- MARFISI-SCHOTTMAN I., SGHAIER A., GEORGES S., PATRICK P. & TARPIN-BERNARD F. (2009b). Vers une industrialisation de la conception et de la production de Serious Games. Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain, EIAH. Le mans, France, p. 75-84.
- MARIAIS C. (2010). Des ressorts de jeu pour une assistance à la conception de scénarios Learning Role-Playing Games. Rencontre Jeune Chercheur – d'Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain RCJ-EIAH. Lyon, France, p. 41-46.
- MARIAIS C. (2012). Modèles pour la conception de Learning Role-Playing Games en formation professionnelle. Thèse en Doctorat d'Ingénierie de la Cognition, de l'interaction, le l'Apprentissage et de la création. Université de Grenoble, 302 p.
- MARNE B., JOHN W., HUYNH KIM BANG B. & LABAT J.-M. (2012). The Six Facets of Serious Game Design: A Methodology Enhanced by Our Design Pattern Library. 7th European Conference on Technology Enhanced Learning, EC-TEL. Springer-Verlag, p. 208-221.
- MARTY J.-C. & CARRON T. (2011). Observation of Collaborative Activities in a Game-Based Learning Platform. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, vol. 4, n°1, p. 98-110.
- MAYO M.J. (2007). Games for science and engineering education. *Communications of the ACM*, vol. 50, p. 30-35.
- McMAHON M. (2009a). Games-Based Learning Advancements for Multi-Sensory Human Computer Interfaces: Techniques and Effective Practices. *In* : *Games-Based Learning Advancements for Multi-Sensory Human Computer Interfaces*, IGI Global, p. 98-118.
- McMAHON M. (2009b). Using the DODDEL model to teach serious game design to novice designers. In *Same places, different spaces*, Ascilite. Auckland, USA.
- MEHM F., GÖBEL S., RADKE S. & STEINMETZ R. (2009). Authoring Environment for Story-based Digital Educational Games. International Open Workshop on Intelligent Personalization and Adaptation in Digital Educational Games, p. 113-124.

- MESZAROS G. & DOBLE J. (1997). Pattern languages of program design 3. *In*, Boston, MA, USA, Addison-Wesley Longman Publishing Company, p. 529–574.
- MICHAUD L. (2008). Serious Games. IDATE, consulting and research. 91 p.
- MILLET J. (2010). Êtes-vous sûr du type de jeu que vous avez choisi pour votre Serious Game ? Serious Game Expo. Lyon.
- MINISTERE DE L'ÉDUCATION NATIONALE. (2006). Le socle commun de connaissances et de compétences. Décret disponible sur : <http://www.education.gouv.fr/cid2770/le-socle-commun-de-connaissances-et-de-competences.html>, 27 p.
- MORENO-GER P., BURGOS D., MARTINEZ-ORTIZ I., SIERRA J.L. & FERNANDEZ-MANJON B. (2008). Educational game design for online education. *Computers in Human Behaviour*, vol. 24, n°6, p. 2530-2540.
- MORENO-GER P., SIERRA J.L., MARTINEZ-ORTIZ I. & FERNANDEZ-MANJON B. (2007). A documental approach to adventure game development. *Science of Computer Programming*, vol. 67, n°1, p. 3-31.
- MURRAY T. (1999). Authoring Intelligent Tutoring Systems: An analysis of the state of the art. *International Journal of Artificial Intelligence in Education, IJAIED*, vol. 10, p. 98-129.
- NADOLSKI R.J., HUMMEL H.G.K., VAN DEN BRINK H.J., HOEFAKKER R.E., SLOOTMAKER A., KURVERS H.J. & STORM J. (2008). EMERGO: A methodology and toolkit for developing serious games in higher education. *Simulation & Gaming*, vol. 39, n°3, p. 338 -352.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. (2000). *How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School: Expanded Edition*. Washington, USA, The National Academies Press, 384 p.
- NATKIN S. (2008). Du ludo-éducatif aux jeux vidéo éducatifs. *Les Dossiers de l'ingénierie éducative. L'intégration des TIC dans l'enseignement*, vol. Jeux vidéo, jeux sérieux et jeux de simulation à l'école, p. 12-15.
- NIELSEN J. (1993). *Usability Engineering*. Morgan Kaufmann, 362 p.
- ORLIAC C., MICHEL C. & GEORGE S. (2012). An Authoring Tool to Assist the Design of Mixed Reality Learning Games. European Conference on Technology Enhanced Learning, ECTEL. Saarbrücken, Allemagne, p. 442.
- PADILLA ZEA N., MEDINA MEDINA N., GUTIÉRREZ VELA F.L. & PADEREWSKI P. (2011). A Model-Based Approach to Designing Educational Multiplayer Video Games. *In* : *Technology-Enhanced Systems and Tools for Collaborative Learning Scaffolding*, Berlin, Heidelberg, Springer Berlin Heidelberg, vol. 350, p. 167-191.
- PAQUETTE G. (2002). *Modélisation des Connaissances et des Compétences: Un Langage Graphique Pour Concevoir et Apprendre*. PUQ, 383 p.
- PAQUETTE G. (2005). Apprentissage sur l'Internet : des plateformes aux portails à base d'objets de connaissance. *In* : *Innovations et tendances en technologies de formation et d'apprentissage*, Presses de l'école polytechnique de Montréal, p. 1-30.
- PAQUETTE G., CREVIER F. & AUBIN C. (1997). Méthode d'ingénierie d'un système d'apprentissage (MISA). *Revue Informations In Cognito*, n°8, p. 37-52.
- PAQUETTE G., LÉONARD M. & LUNDGREN-CAYROL K. (2007). The MOT+Visual Language for Knowledge-Based Instructional Design. *In* : *Handbook of Visual Languages for Instructional Design*, IGI Global, p. 132-153.
- PAQUETTE G., DE LA TEJA I., LUNDGREN-CAYROL K., LEONARD M. & RUELLAND D. (2002). La modélisation cognitive, un outil de conception des processus et des méthodes d'un campus virtuel. *Revue de l'éducation à distance*, vol. 17, n°3, p. 4-25.

- PATERNO F. (1999). *Model-Based Design and Evaluation of Interactive Applications*. Springer London Ltd, 204 p.
- PAULME D. (1976). *Le mere devorante: essai sur la morphologie des contes africains*. Gallimard, 338 p.
- POLTI G. & RAY L. (1921). *The thirty-six dramatic situations*. Franklin, O. : J.K. Reeve, 194 p.
- PONDER M., HERBELIN B., MOLET T., SCHERTENLIEB S., ULICNY B., PAPAGIANNAKIS G., MAGNENAT-THALMANN N. & THALMANN D. (2003). Immersive VR decision training: telling interactive stories featuring advanced virtual human simulation technologies. New York, NY, USA, ACM, p. 97–106.
- PRENSKY M. (2000). *Digital Game-Based Learning*. McGraw-Hill Companies, 442 p.
- PRENSKY M. (2001). *Digital Natives, Digital Immigrants*. MCB Université Press, 6 p.
- PREVOT P. (1992). TUTORIN, méthode pour la gestion de compétences métiers. Rapport de projet de recherche TUTORIN, INSA de Lyon, Lyon, France. 57 p.
- PROPP V. & MELETINSKI E. (1970). *Morphologie du conte*. Seuil, 254 p.
- REBAÏ I. (2006). Conception et développement d'une plate-forme permettant la capitalisation de composants logiciels pour les environnements d'apprentissage humain. Thèse en Doctorat d'Informatique, Université René Descartes, Paris V, 248 p.
- REENSKAUG T. (1978). Original MVC Pattern.
- REEVES T. (2011). Can Educational Research Be Both Rigorous and Relevant? *Journal of the International Society for Design and Development in Education*, n°4.
- ROSHELLE J., DIGIANO C., KOUTLIS M., REPENNING A., PHILLIPS J., JACKIW N. & SUTHERS D. (1999). Developing educational software components. *Computer*, vol. 32, n°9, p. 50-58.
- RYAN R.M. & DECI E.L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, vol. 55, n°1, p. 68-78.
- SANCHEZ E. (2011). Key criteria for Game Design. A Framework. Rapport du MEET Project. European Commission. 512 p.
- SAUER S., OSSWALD K., WIELEMANS X. & STIFTER M. (2006). U-Create: Creative Authoring Tools for Edutainment Applications. In : *Technologies for Interactive Digital Storytelling and Entertainment*, Springer Berlin / Heidelberg, vol. 4326, p. 163-168.
- SAUNDERS D. (1996). *Simulation and Gaming Yearbook, Games and Simulations to Enhance Quality Learning*. Routledge, 310 p.
- SAUVE L. & KAUFMAN D. (2010). *Jeux et simulations en éducation*. Presse Université du Québec. Série Education, 600 p.
- SAWYER B. (2002). Serious Games: Improving Public Policy Through Game-Based Learning and Simulation. Science and Technology Innovation Program.
- SAWYER B. & SMITH. (2008). Serious Games Taxonomie. Serious Game Summit. San Francisco, CA, USA.
- SCHELL J. (2008). *The Art of Game Design: A book of lenses*. Morgan Kaufmann, 512p.
- SCHWABER K. & BEEDLE M. (2001). *Agile Software Development with Scrum*. Prentice Hall, 158 p.
- SEHABA K. & ESTRAILLIER P. (2006). Exécution adaptative des jeux éducatifs pour des enfants autistes. Ludovia.

- SETTOUTI L.S. (2011). Systèmes à Base de traces modélisées - Modèles et langages pour l'exploitation des traces d'Interactions. Thèse en Doctorat d'Informatique, Lyon, France, Université Claude Bernard Lyon 1, 256 p.
- SGHAIER A., PRÉVOT P. & TARPIN-BERNARD F. (2007). Towards a generic environment for the design of serious games. *Learning with Games*. Sophia Antipolis, France, p. 295-300.
- SHNEIDERMAN B. (1993). *Sparks of Innovation in Human-Computer Interaction*. Intellect Books, 404 p.
- SPOOL J., SCANLON T., SNYDER C. & DEANGELO T. (1998). *Web Site Usability: A Designer's Guide*. Morgan Kaufmann, 176 p.
- SZILAS N. & SUTTER WIDMER D. (2009). Mieux comprendre la notion d'intégration entre l'apprentissage et le jeu. *Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain, EIAH, Workshop Serious Games*. Le Mans, France, p. 27-40.
- TCHOUNIKINE P. (2002). Pour une ingénierie des Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain. *Revue I3*, vol. 2(1), p. 59-95.
- THIBAUT F. (2006). Autour des campus numériques français. *Distances et savoirs*, vol. 4, p. 109-112.
- THOMAS P., YESSAD A. & LABAT J.-M. (2011). Petri Nets and Ontologies: Tools for the « Learning Player » Assessment in Serious Games. *Advanced Learning Technologies, ICALT*. Athens, USA, p. 415-419.
- TRAN C.D., GEORGE S. & MARFISI-SCHOTTMAN I. (2010). EDoS: An authoring environment for serious games design based on three models. 4th European Conference on Games Based Learning ECGBL. Copenhagen, Denmark, p. 393-402.
- TRICOT A., PLEGAT-SOUTJIS F., CAMPS J.-F., AMIEL A., LUTZ G. & MORCILLO A. (2003). Utilité, utilisabilité, acceptabilité: interpréter les relations entre trois dimensions de l'évaluation des EIAH. *Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain 2003*, p. 391-402.
- XIAO W., CHI C. & YANG M. (2007). On-line collaborative software development via wiki. New York, USA, ACM, p. 177-183.
- YUSOFF A. (2010). A Conceptual Framework for Serious Games and its Validation. Thèse en Doctorat d'informatique. Southampton, Angleterre, University of Southampton, ECS.
- ZHOU M. (1995). *Petri nets in flexible and agile automation*. Kluwer Academic Publishers, 406 p.
- ZYDA M. (2005). From visual simulation to virtual reality to games. *Computer*, vol. 38, n°9, p. 25-32.

Annexes

Liste des Annexes

Annexe I.	Documentation de LEGADEE V1	265
Annexe II.	Cahiers des Charges A et B donnés aux concepteurs pour l'évaluation...	297
Annexe III.	Exemple de Learning Game donnée aux concepteurs pour l'évaluation ..	309
Annexe IV.	Bibliothèque de composants donnée aux concepteurs pour l'évaluation	314
Annexe V.	Liste de conseils donnée aux concepteurs pour l'évaluation.....	317
Annexe VI.	Questionnaires données pour l'évaluation	320

Annexe I. Documentation de LEGADEE V1



Documentation code V1

Iza Marfisi

Dernière mise à jour le [Date de publication]



Ce document contient la documentation complète de LEGADEE, LEarning GAME DEsign Environment. Cette plateforme a été créée en 2011, dans le cadre de la thèse d'Iza Marfisi au laboratoire LIRIS avec Franck Tarpin-Bernard et Sébastien George.

Cette documentation est destinée aux personnes qui souhaitent comprendre la structure et le code de LEGADEE pour l'améliorer ou pour l'adapter à leurs besoins.

LEGADEE et son code source peuvent être utilisés gratuitement mais ils restent la propriété intellectuelle du LIRIS et toute utilisation ou modification à usage non-personnel doit être signalé aux personnes responsables :

Iza Marfisi : iza.marfisi@gmail.com

Sébastien George : Sebastien.George@insa-lyon.fr

Franck Tarpin-Bernard : tarpin@free.fr

À moins d'un changement brutal dans ma carrière ou d'un déménagement en Papouasie Nouvelle Guinée, je reste également à votre disposition si vous avez des questions. Bonne lecture.

Iza

Architecture du projet Flex

Les sources du projet comportent plusieurs dossiers. Voici un descriptif de ce qu'ils contiennent. Les autres dossiers dans le projet (Flex 4.0, bibliothèque, libs, services...) sont automatiquement gérés par Flex et ne doivent pas être modifiés. À noter que le dossier **bin-debug** contient tous les fichiers compilés et prêts à être exécutés. Seuls les éléments de ce dossier sont sur le serveur.

1.1.Package par défaut

Ici se trouvent toutes les pages de LEGADEE. Il s'agit, en quelque sorte, des fonctions MAIN. Ce sont elles qui lancent l'exécution des actions à leur chargement. Ces fichiers ne peuvent pas être bougés, l'éditeur Flex les place d'office dans son Package par défaut.

PageAccountManagement.mxml permet à l'utilisateur de gérer son compte (changement d'information et de mot de passe...) et les jeux qu'il a créés (créer un nouveau jeu, supprimer...) (Fig 1).



The screenshot shows the LEGADEE web interface. At the top right, there is a greeting "Hello member of the LIRIS lab!" and links for "Connection" and "Disconnection". The main header includes the LEGADEE logo with the tagline "LEarning GAmE DESign Environment" and logos for "UNIVERSITE DE LYON", "INSA LYON", and "LIRIS". Below the header are three tabs: "My Learning Games", "Personal information", and "Options". A "New Learning Game" button is visible. A row of icons represents actions: Information (pencil), Design (gear), Develop (wrench), Play (play button), Broadcast (share), Package (box), Statistics (pie chart), and Delete (X). A table lists learning games:

Identifiant	Title of the Learning Game	Progression %
Jeu 2	Samouleen	40
Jeu 1	Chalumot	35

To the right of the table is a text box: "This default account allows you to explore the LEGADEE environment with certain restricted rights. To create your own Learning Games, please create a personal account."

Fig 1 Aperçu de PageAccountManagement

Quand l'utilisateur sélectionne un de ces LG, les petites icônes qui représentent les actions qu'il peut effectuer dessus (édition de l'information, concevoir, développer, jouer, partager,...supprimer) deviennent cliquables. Pour le moment, seules quelques actions sont possibles. L'icône « concevoir » (petit rouage jaune) ouvre la page PageConception dans un autre onglet et lui envoie l'ID du LG sélectionné et de l'utilisateur. Ainsi, l'utilisateur peut ouvrir plusieurs de ses LG en même temps. Les autres étapes de la vie d'un LB ne sont pas du tout codées.

LEGADEE se charge par défaut avec le compte des membres du LIRIS, ce qui permet à n'importe qui d'explorer les fonctionnalités de l'outil et de voir des LG presque finis et variés. Par contre, ce compte sera en lecture seule et les utilisateurs devront créer leur propre compte pour vraiment utiliser l'outil.

PageConception permet de concevoir des LG. Elle contient tous les outils et palettes pour la conception. C'est la page qui centralise tout le travail sur la conception des LG que j'ai fait pendant ma thèse. Cette page est ouverte quand l'utilisateur sélectionne un LG dans PageAccountManagement et click sur le bouton « Conception », avec l'image de l'écrou.

Les informations sur l'ID et le nom de l'utilisateur ainsi que sur le LG sélectionné sont sauvegardées dans les **SharedObjects de Flash**. C'est ainsi que la PageConception peut récupérer ces informations et afficher le bon LG. PageAccountManagement s'en sert aussi quand elle est rouverte, ainsi l'utilisateur est identifié automatiquement sans avoir à se reconnecter. S'il clique sur « déconnexion » alors ses identifiants personnels sont remplacés par ceux du compte par défaut du LIRIS. Les fonctions de lecture et d'écriture dans les SharedObjects sont traitées par saveLocalSharedData() et loadLocalSharedData(). Sur mon ordinateur, ce fichier se trouve dans C:\Users\iza\AppData\Roaming\Macromedia\FlashPlayer\#SharedObjects\.

1.2. ModelClasses et ViewClasses

Legadee à une structure MVC (Model, View, Controler) et tous les éléments que l'on va manipuler ont une **classe Model** (qui se trouve dans le dossier modelClasses) et une **classe View** (qui se trouve dans le dossier viewClasses) qui ne s'occupe que de la représentation graphique de l'élément (Fig 2).

- La classe Model **Game** est représentée par la classe View **GameEditor**.
- Chaque élément de Game (GameScenario, GameCompetencies, GamePlaces...) est représenté par une classe View qui hérite de Palette (Palette_Scenario, Palette_Competencies, PalettePlaces...).
- Chaque élément du scenario a sa classe Model **MScenarioItem** qui est liée à sa classe **VScenarioItem**. Ces classes sont ensuite spécialisées en Module, Mission, Act, Sequence, Activity et Screen qui contiennent les fonctionnalités spécifiques à chaque niveau.
- Les autres éléments du LG (Character, Competency, Location, Comment, Participant...) sont représentés par une classe Model qui hérite de **MGameItem** qui est liée à sa classe **VGameItem**.
- De même pour les autres éléments de scenario comme les **Connectors** et les **ConnectorLooseEnds...**

Pour faciliter les échanges entre les classes Model et les classes View, chaque classe Model contient une propriété **VisualInstance**, qui pointe vers son homologue Model, et chaque classe View contient une propriété **ModelInstance**, qui point vers son homologue View.

Toutes les variables et les fonctionnalités importantes sont dans la classe Model (création, sérialisation, désérialisation...). La classe View d'un élément n'est créée que si l'utilisateur demande d'afficher cet élément. Chaque fois que l'utilisateur apporte une modification à l'élément, la classe View met à jour la class Model.

Remarque : les classes View sont écrites en action script pur parce qu'il était plus simple ensuite de les manipuler et de les paramétrer comme je le voulais.

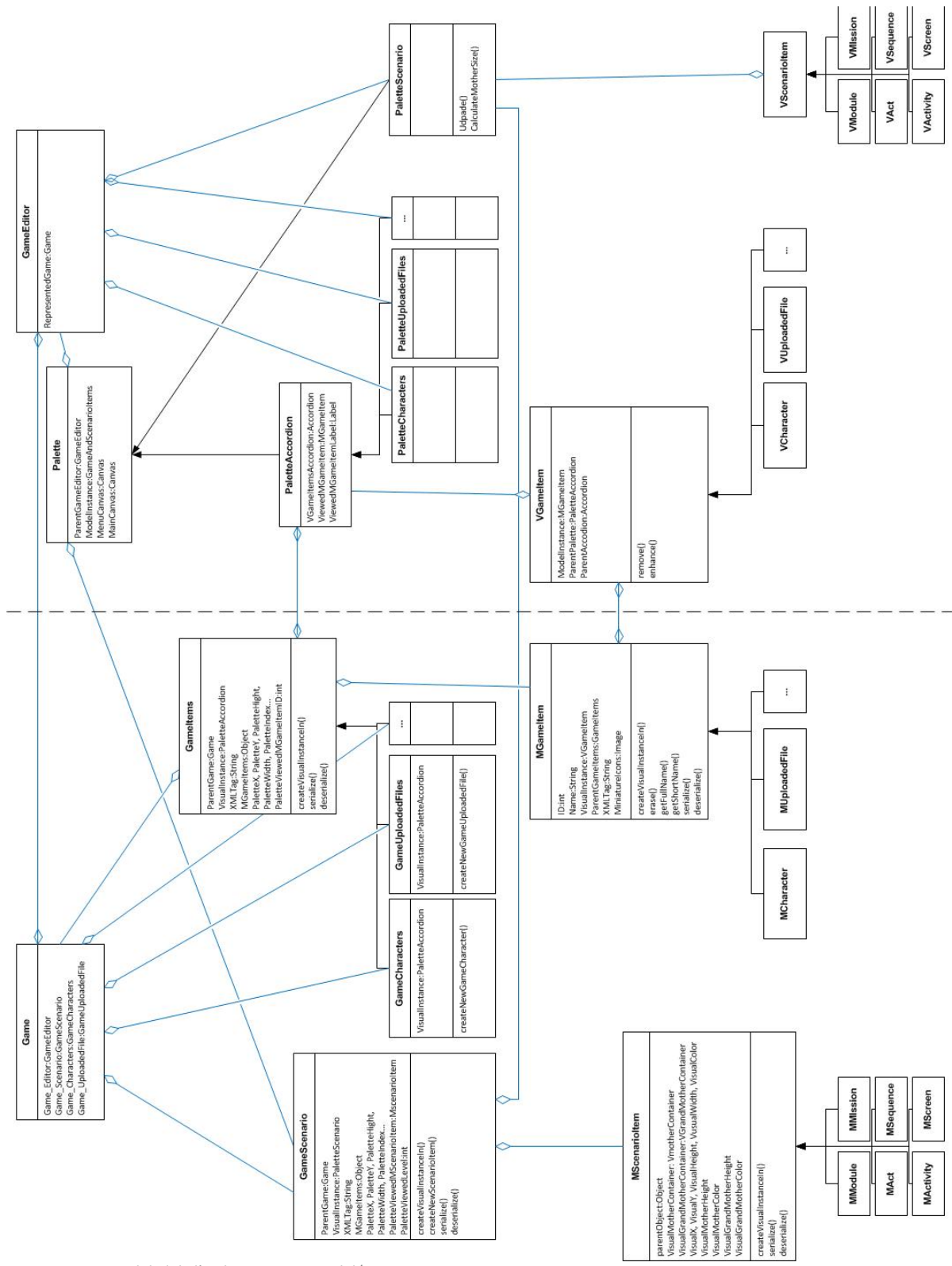


Fig 2 : Diagramme global de l'architecture en Model/View

1.3. Les autres dossiers

1. Classes

Le dossier **classes** contient des classes en action script qui sont utiles à LEGADEE. Elle contient notamment **History.as** qui gère la sauvegarde automatique du LG et les fonctionnalités de Undo et Redo sur l'éditeur. La classe **UsefullFunctions.as** est un fourre-tout pour des fonctions statiques utiles dans de nombreuses classes.

2. Components

Le dossier composants rassemble des classes MXML pour les composants visuels comme les fenêtres pop-up de question et autre.

3. Media

Le dossier média contient toutes les images utilisées dans LEGADEE. Toutes les images sources et les fichiers de travail Photoshop sont disponibles dans le dossier **imagesLEGADEE**.

4. Skins

Les skins sont des sortes de styles faits automatiquement par Flex quand on veut paramétrer certains de ces éléments tout faits comme des boutons ou des fenêtres

1.4. Dossier PHPClasses sur le serveur

Toutes les fonctions qui nécessitent une connexion à la base de données communiquent avec des fichiers PHP via des HTTPservices ou des URLLoader.

Ces fichiers PHP se trouvent tous dans le dossier **PHPClasses** qui est placé sur le serveur. Ils gèrent chacun une ou plusieurs requêtes comme « saveNewGame », « deleteUser », « loadAllGamesOfUser »...

L'emplacement de ce fichier PHPClasses est indiqué dans **Classes/ApplicationParams.as**.

Le dossier PHPClasses contient aussi le dossier **MailService** qui permettent d'envoyer des emails aux utilisateurs quand ils créent leur compte ou changent des informations personnelles.

1.5. Dossier AvailableGameComponents sur le serveur

Lors de la création d'un LG, les concepteurs ont accès, à travers la Palette « Components », à une base de composants de jeu. L'idée était de pouvoir partager une base commune de composants de jeu fonctionnels entre entreprises de LG, E-learning et Jeu Vidéo. C'est l'idée principale du projet Learning Game Factory.

Dans les faits, il se trouve que cette base de données commune n'existe pas encore, mais j'ai mis en place le dossier **AvailableGameComponents** qui imite l'existence de cette base de données. Ce dossier se trouve tout simplement sur le serveur mais peut être déplacé si nécessaire. Il suffira de mettre à jour le lien vers ce nouveau serveur dans le fichier **Classes/ApplicationParams.as**.

Le dossier AvailableGameComponents contient un fichier XML qui décrit la totalité des composants disponibles et contient également un dossier pour chaque composant avec une page html et les images qui lui sont rattaché.

1.6.Base de données

La base de données de LEGADEE contient les tables présentées dans la Fig 3.

Users contient les informations sur les utilisateurs

Games contient les informations sur les LG et notamment le fichier XML de sa dernière sauvegarde.

Competencys contient les fichiers XML qui décrivent les compétences de chaque Game. Contrairement aux autres éléments du LG (locations, characters, participants...), les compétences ne sont pas créées par l'utilisateur puisque je n'ai pas encore codé l'éditeur. Les compétences sont donc écrites à la main, directement dans un fichier XML, et stockées dans la base de donnée pour ensuite être chargées lors de la création des Compétences

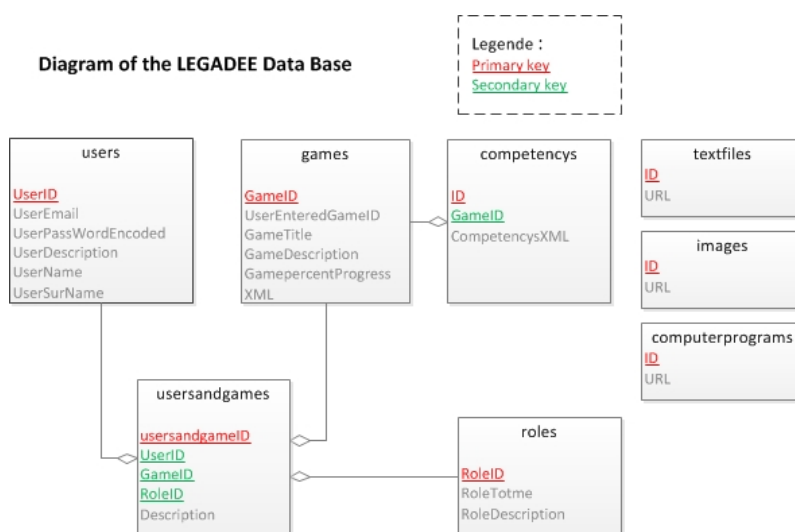


Fig 3 : Diagramme de la base de données

Roles contient les différents rôles possibles des utilisateurs par rapport à un LG (client, projet manager, game designer, développeur, graphiste...). Ces rôles définissent, entre autre les outils qui vont être mis à disposition des utilisateurs et les droits d'écriture sur les éléments du LG. Pour le moment, ces rôles ne sont pas mis en place.

Usersandgames répertorie tous les LG, leur user et le rôle qu'ils ont dans la conception de ces LG. Pour le moment, seul l'utilisateur qui a créé le LG y a accès. En d'autres termes, je n'ai pas encore géré la conception multi-user.

textFiles, **computerPrograms** et **images** contiennent des ID uniques et les URL des fichiers qui ont été uploadés sur le serveur par les utilisateurs pendant la conception de leur LG.

Mise en ligne sur le serveur

Normalement, tous les fichiers exécutables de LEGADEE sont compilés dans le dossier **bin-debug** donc il suffit de transférer sont contenu sur le serveur.

Il faut aussi transférer le dossier **PHPClasses** qui contient les fichiers php qui gèrent les connexions à la base de donnée et au service mailing.

De plus, il est nécessaire de changer les paramètres de connexion aux fichiers et services :

- Pour que l'application trouve le fichier PHPClasses sur le serveur, il faut changer la constante **ServerURL** dans **Classes/ApplicationParams**.
- Pour que l'application trouve le dossier contenant les composants de jeu sur le serveur, il faut changer la constante **GameComponentsServerURL** dans **Classes/ApplicationParams**.
- Pour pouvoir se connecter à la base de donnée sur le serveur, il faut changer les paramètres de connexions qui sont dans **PHPClasses/connection.php**.
- Pour les envois d'email, il faut pouvoir se connecter au service de mailing du serveur donc il faut changer les paramètres de connexion qui sont dans **PHPClasses/MailService/mailler.php**.

Il ne reste plus qu'à ajouter un fichier de configuration PHP. En effet, certains serveurs (comme OVH) ont l'option `magic_quotes` mise à true ce qui a pour effet de mettre des antislashes devant tous les caractères qui peuvent poser problème dans les fonctions PHP. C'est pratique pour enregistrer du texte dans les bases de données mais très embêtant quand on veut écrire du code HTML dans un fichier. Pour que la fonctionnalité export Worksheet fonctionne correctement et créer une page web intelligible, il faut donc désactiver cette option. Il faut aussi activer la version 5 de PHP pour que la fonction `imagepng()` qui crée les images pour le worksheet fonctionne correctement. J'ai ajouté en prime l'option pour interdire l'accès par le navigateur aux fichiers du serveur. En d'autres termes, les utilisateurs ne peuvent pas remonter dans l'arborescence et regarder les fichiers des autres.

Pour cela, il faut créer un fichier **.htaccess** à la racine du site qui contient les lignes suivantes :

```
SetEnv MAGIC_QUOTES 0
SetEnv PHP_VER 5
Options -Indexes
```

Eléments du Scenario

Un LG est composé d'un scénario avec des Scenario Items (Mission, Module, Activity, Act, Sequence, Screen) qui sont représentés dans une Palette Scenario centrale et de Game Items (Characters, Locations, Competencys, Comments...) qui sont représentés dans les Palettes Accordions latérales. Dans cette partie de la documentation, nous allons décrire plus en détail le Scenario et sa représentation graphique dans la palette Scenario. Les autres éléments seront décrits dans les chapitres suivants.

1.7. Modélisation du scénario

La Palette Scenario hérite de Palette. Elle se trouve dans le MainCanvas du GameEditor, c'est-à-dire qu'elle est toujours placée au centre de la page. Il s'agit vraiment de la palette la plus importante autour de laquelle gravitent les autres Palettes.

Dans cette première version, LEGADEE est un éditeur qui aide les concepteurs à créer des LG de type jeu d'aventure. La Fig 4 montre la modélisation que nous avons mis au point pour ce type de jeu. Le LG est modélisé en 2 parties bien distinctes : la structure pédagogique (en bleu) et la mise en scène de cette structure pédagogique sous forme de jeu d'aventure (en vert). L'idée principale de ce découpage réside dans le fait qu'à partir de la même structure pédagogique, les concepteurs peuvent créer différentes mises en scène ludique qui seront adaptés au public cible et au contexte de la formation. Pour le moment, nous ne proposons qu'une mise en scène sous forme de jeu d'aventure mais, dans le futur, le concepteur pourra choisir d'autres types de jeux comme le jeu de rôle...

Chaque partie est constituée de 3 niveaux : Modules, Acts et Activités pour la structure pédagogique, liés aux Missions, Séquence et Ecran de la mise en scène ludique.

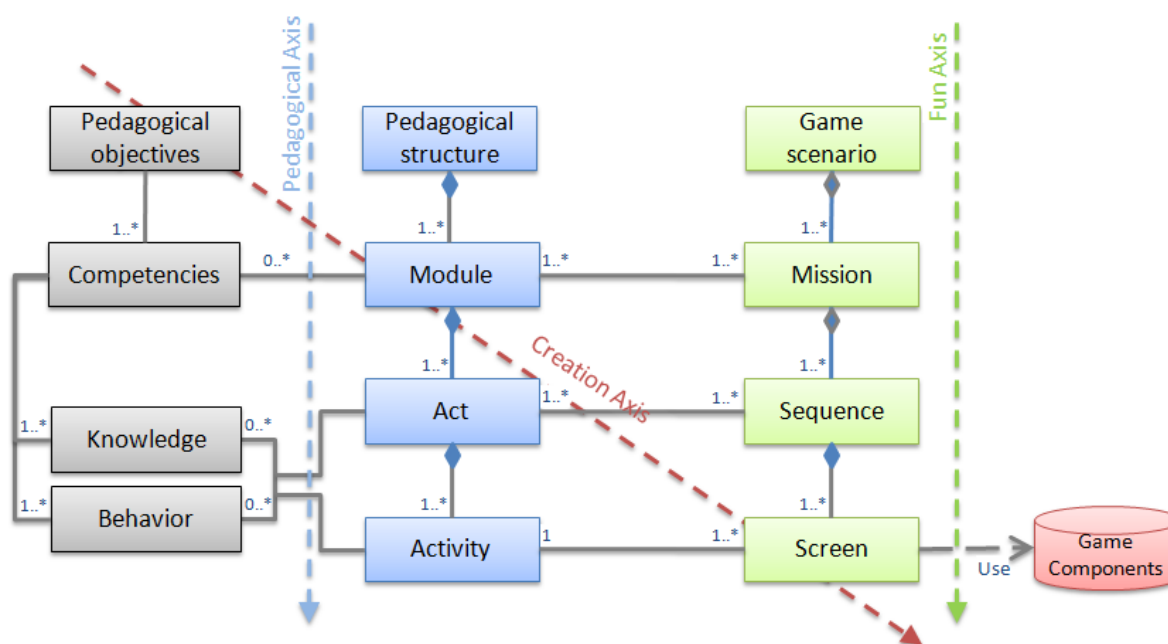


Fig 4 : Modélisation d'un LG type jeu d'aventure

La Palette Scenario reprend les éléments de cette modélisation. Les éléments de la structure pédagogique et les éléments de mise en scène ludique sont représentés séparément sur les deux côtés de la palette. Le concepteur peut créer des liens entre éléments éducatifs et ludiques pour exprimer le fait que tel élément éducatif est mis en scène par tel élément de jeu. Le concepteur peut également créer des relations entre éléments du même type pour représenter une séquence dans le temps. Dans la Fig 5 par exemple, on se trouve au niveau 2 du scénario dans lequel on voit les Acts et les Séquences. Les connecteurs sont décrits dans le chapitre 0).

1.8.Composition de la PaletteScenario

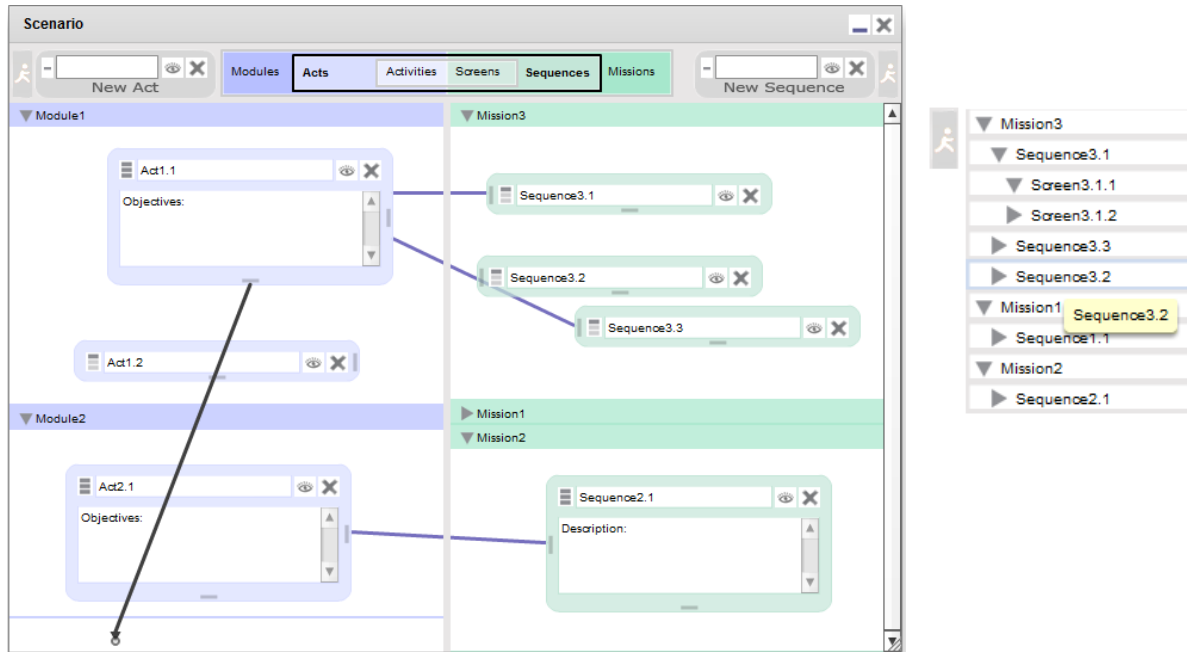


Fig 5 : Palette Scenario et Navigation rapide

La PaletteScenario à la particularité d'avoir plusieurs couches de canvas. On peut même dire que c'est un vrai mille feuilles (Fig 7). Voici une description des canvas dans l'ordre de positionnement :

- LowerCanvas sur laquelle tous les connecteurs sont placés pour faciliter la lisibilité du scénario.
- EduCanvas et FunCanvas côte à côte sur lesquelles sont les éléments du scénario. Si on visualise le niveau 1, l'EduCanvas et le FunCanvas contiennent les VScenarioItems des Modules et des Missions. Si on visualise le niveau 2, les Modules et les Missions sont représentés par leur VMotherContainerScenarioItem et ils contiennent les VScenarioItems de leur enfants (MActs et MSequences). Enfin, si on visualise le niveau 3 (Fig 6), les Modules et Missions sont représentés par leur VGrandMotherContainerScenarioItem qui contiennent les VMotherContainerScenarioItems de leur enfants (MActs et MSequences) qui contiennent à leur tours les VScenarioItems de leur propres enfants (MActivities et MScreens).
- UpperCanvas qui contient le VConnector et le MConnectorLooseEnd qui est en train d'être tiré. Dès que l'utilisateur relâche la souris, ils iront se positionner sur le LowerCanvas avec les autres.

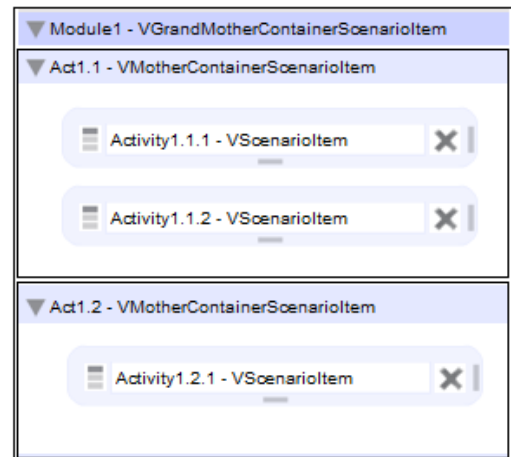


Fig 6 : Vu du Scenario Niveau 3

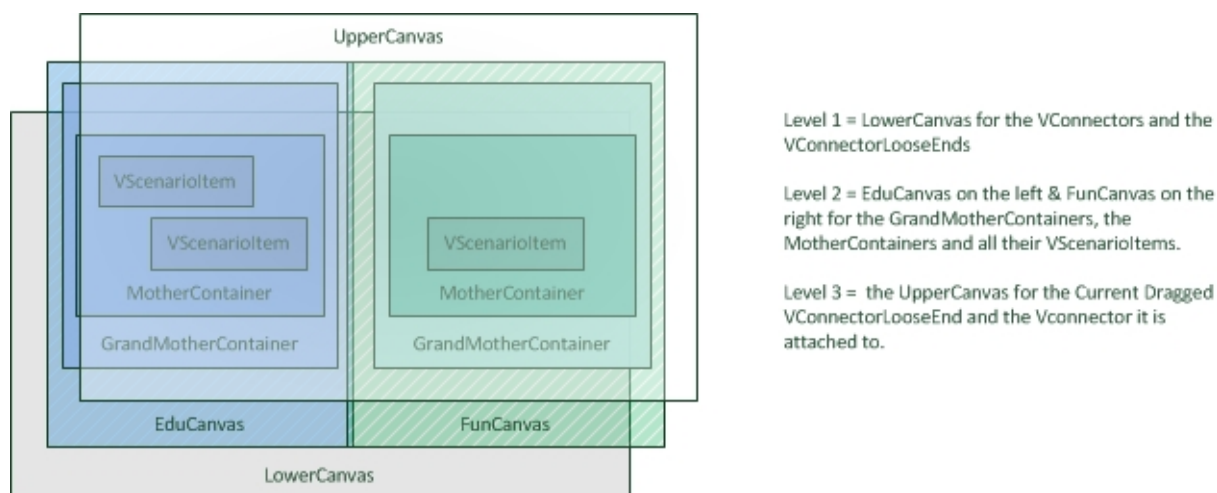


Fig 7 : Couches de Canvas sur la PaletteScenario

1.9. Navigation dans le Scenario

Le concepteur peut naviguer à travers les 3 niveaux en cliquant sur la barre de navigation centrale ou en cliquant sur l'œil d'un élément du scénario ce qui a pour effet de rentrer à l'intérieur de cet élément et de voir les éléments qui le composent. Il peut aussi utiliser le bouton de navigation rapide pour aller directement au bon niveau, sur l'élément qui l'intéresse.

Quand l'utilisateur change de niveau dans la PaletteScenario la fonction `meScenario.changePaletteView(pViewedMScenarioItem,pViewedLevel)` efface tous les éléments de la palette et recrée les instances visuelles des éléments qui devraient être visibles au niveau `pViewedLevel` et modifie la position des bars de déroulement pour l'instance visuelle de `pViewedMScenarioItem` soit mis en focus et en haut de la palette. La Fig 8 reprend le déroulement de cette fonction.

On remarque que la création des instances visuelles est faite par récursion. En effet, si la Scenario est vue au niveau 3, la fonction `changePaletteView()` va demander la création de `VGrandMotherContainers` pour chaque Module et Mission. Lors de la fonction `setOpenState`, les `VGrandMotherContainers` créeront à leur tour les `VMotherContainers` pour les Acts et les Sequences qui créeront à leur tour les `VScenarioItem` pour les Activitys et les Screens. Si le state d'un `VGrandMotherContainer` ou d'un `VMotherContainer` est à Min, les canvas sont mis à la taille de la barre de menu et aucun éléments enfants n'est créée.

Il est aussi important de remarquer que les `VConnectors` doivent être créés après les `VScenarioItems` et seulement si les `Obj1` et `Obj2` ont des représentations visuels pour qu'ils puissent être connecté correctement et sans erreur.

1.10. Les éléments du Scenario

Chaque élément du scénario est une entité de la classe **MScenarioItem** et est représenté visuellement par un **VScenarioItem**. Ces classes contiennent les propriétés et les fonctionnalités communes à tous les éléments du scénario. Les classes `MModule`, `MMission`, `MSequence`, `MAct`, `MActivi-`

ty et MScreen ainsi que VModule, VMission, VSequence, VAct, VActivity et VScreen héritent de ces classes en y ajoutant les éléments spécifiques à chaque élément (Fig 9).

Chaque MScenarioItem a un identifiant unique qui permet de déterminer facilement son type (éducatif ou ludique) et son niveau :

- Le premier numéro indique le type de l'élément : 1 pour éducatif, 2 pour ludique.
- Les trois chiffres suivants indiquent le numéro de l'élément du niveau 1 (Module ou Mission).
- Les trois chiffres suivants indiquent le numéro de l'élément du niveau 2 (Act ou Séquence).
- Les trois derniers chiffres indiquent le numéro de l'élément du niveau 3 (Activity ou Screen).

Ainsi, l'identifiant 1 001 000 000 représente le 1^{er} Module et l'identifiant 2 002 014 000 représente le 14^{ème} Séquence du 2^{ème} Module.

Chaque MScenarioItem a une propriété **parentObject** qui pointe vers l'élément mère qui peut être le GameScenario ou un autre MScenarioItem. Un MScenarioItem a aussi une propriété **Children_MScenarioItems** qui contient la liste de ses éléments enfants.

En plus de sa représentation visuelle de type **VScenarioItem**, il a aussi un **VMotherContainer** et un **VGrandMotherContainer** qui représente l'élément sur les niveaux inférieurs du scénario. Ainsi, sur la **Erreur ! Source du renvoi introuvable**, on voit les VScenarioItems des Acts et des Séquences représentés dans les VMotherContainer des Modules et Missions.

Pour simplifier la tâche du concepteur, les liens de temporalité entre les éléments du scénario sont créés automatiquement en fonction du placement des éléments sur la palette de haut en bas. Si le concepteur décide de changer l'ordre des éléments, cet ordre sera répercuté sur les niveaux inférieurs.

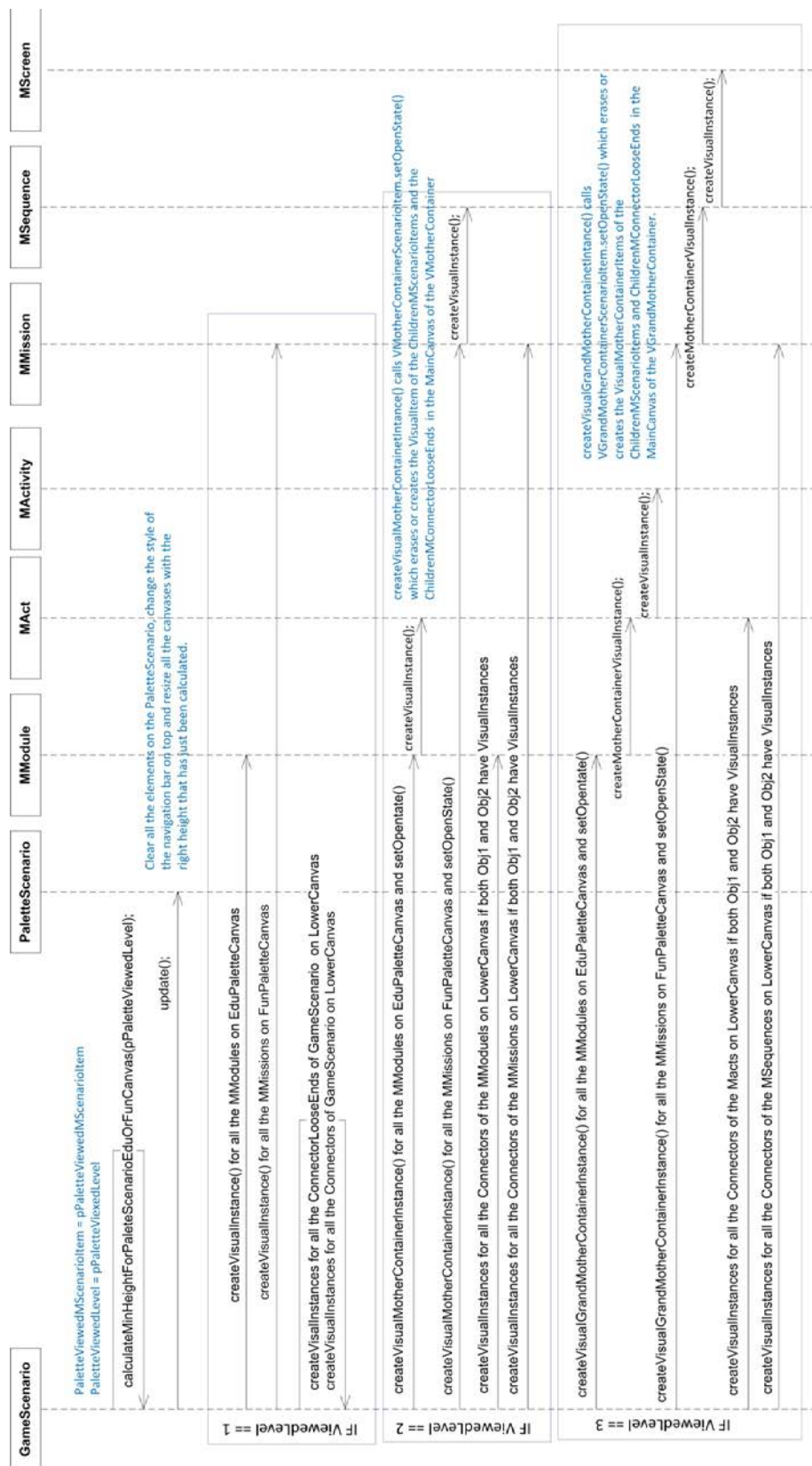


Fig 8 : Fonction ChangePaletteView()

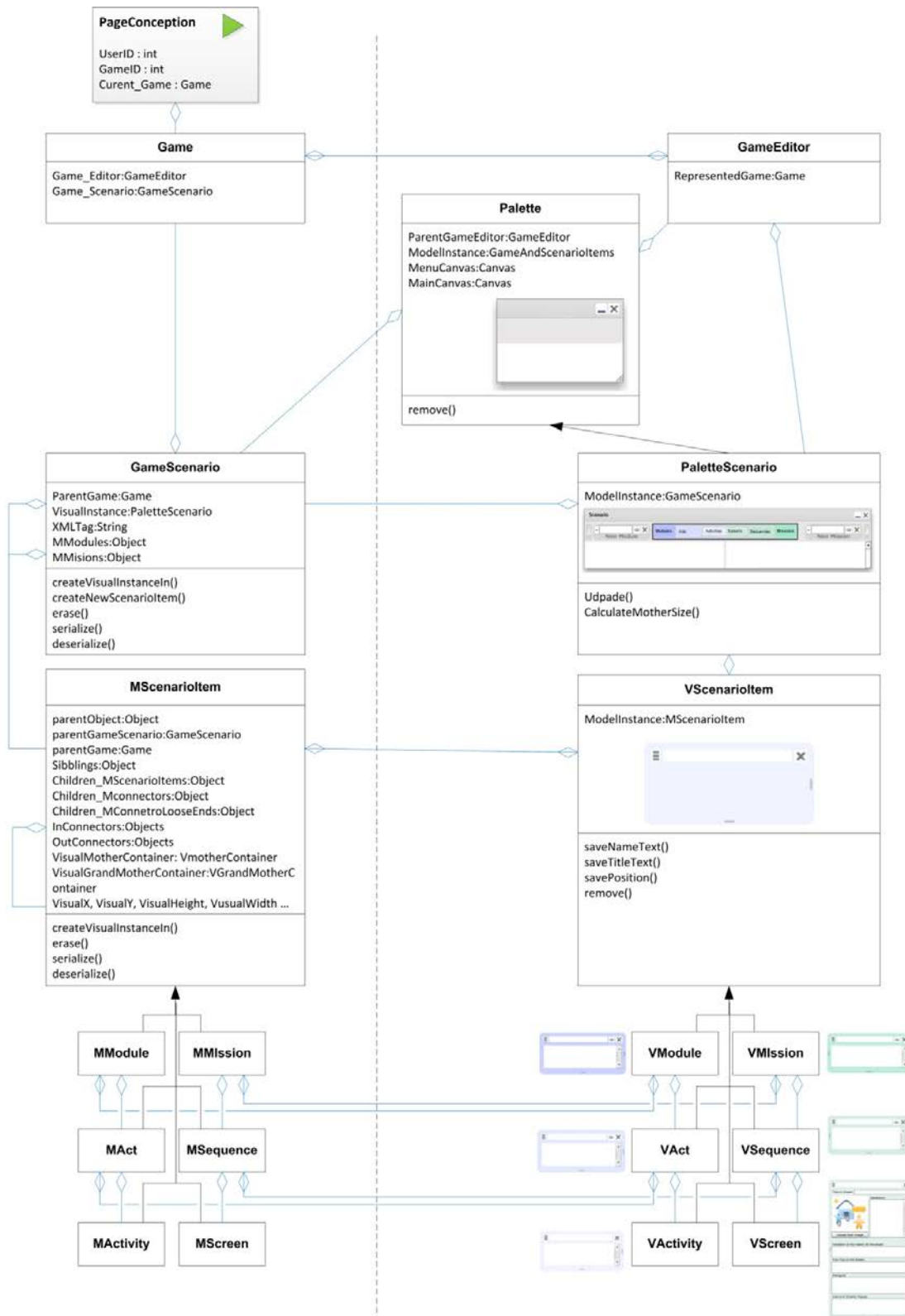


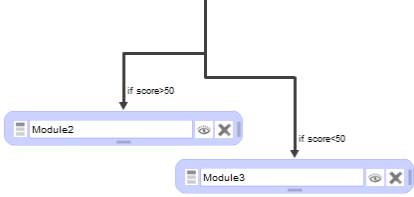
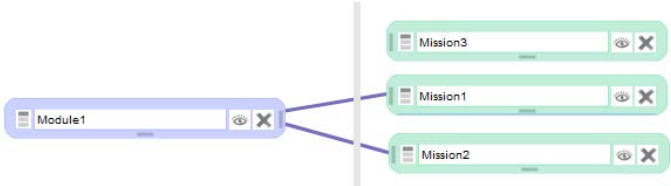
Fig 9 : Diagramme de classe des éléments du scénario

Connecteurs

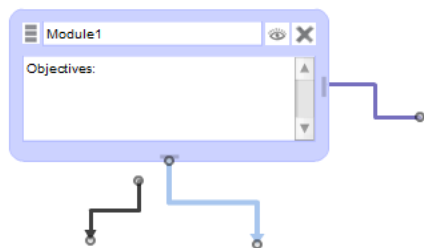
Les éléments du scénario peuvent être liés par des connecteurs représentés par des traits. L'implémentation de ces connecteurs est de loin la plus compliquée de tous les éléments de LEGA-DEE alors accrochez-vous bien !

1.11. Deux Types de connecteurs

Un connecteur peut être de deux types :

- **Pointed** s'il sort du bas d'un ScenarioItem. Dans ce cas, il connecte le ScenarioItem à un autre ScenarioItem du même type et indique une relation dans le temps. Un ScenarioItem peut avoir plusieurs pointed out connectors avec des conditions différentes.
- 
- **Flat** s'il sort du côté du ScenarioItem. Dans ce cas, il connecte un EduScenarioItem à un FunScenarioItem et représente le fait que l'élément éducatif est mis en scène par tel élément ludique. Un EduScenarioItem doit toujours être mis en scène par un élément Fun sinon, il y a un oubli dans le scénario. En revanche, un FunScenarioItem peut ne pas être connecté à un élément éducatif. Cela voudra simplement dire qu'il est purement ludique.
- 

1.12. ConnectorLooseEnd



Quand un connecteur n'est pas relié à deux éléments du scénario, il est attaché à un MConnectorLooseEnd de state « **Essential** » représenté par un VConnectorLooseEnd qui ressemble à un petit rond qui peut être tiré sur le canvas. Ces éléments sont stockés dans la propriété Children_MConnectorLooseEnds de l'objet Parent, exactement comme les MScenarioItems.

Quand on sélectionne un connecteur, des ConnectorLooseEnd de state « **Auxiliary** » sont créés aux endroits où le connecteur est connecté à un élément du scénario pour que l'utilisateur puisse déconnecter le connecteur de cet élément. Si l'utilisateur bouge un de ces ConnectorLooseEnds, son state est automatiquement changé à « Essential », le connecteur est détaché de l'élément et attaché au ConnectorLooseEnd. Quand le connecteur perd son focus, les ConnectorLooseEnds qui ont encore un state à « Auxiliary » sont effacés.

1.13. Mouvement du Connecteur

Un VConnector contient les propriétés Obj1 et Obj2 qui pointent vers les VScenarioItem ou les MConnectorLooseEnds qu'il connecte. A chaque fois qu'un nouveau Obj1 ou Obj2 est affecté (fonction set()), le connecteur ajoute un écouteur de l'évènement **PositionChangedEvent** qui déclenche la fonction updatePosition() pour redessiner le connecteur au bon endroit. Ainsi, à chaque fois que l'utilisateur bouge un VScenarioItem ou un VConnectorLooseEnd, son action déclenche la fonction doMove() qui dispatch l'évènement PositionChangedEvent. Cet évènement est capté par tous les connecteurs qui sont attachés à ces éléments et se redessinent.

1.14. Options ergonomiques

Dans les premières versions de LEGADEE, les connecteurs se repositionnaient au mieux autour des VScenarioItems pour être les plus courts possible seulement il suffisait de quelques connecteurs pour que le scénario devienne un gros sac de noeuds. J'ai donc travaillé sur des options d'ergonomie pour améliorer la lisibilité et malgré le travail monumental, on se retrouve rapidement avec un sac de nœuds quand même. Dans la suite, je vais détailler quelques une de ces options.

5. Connecteur droit ou en angles

En sélectionnant un connecteur et en faisant un clique droit, on peut change son style en choisissant « straight connector » ou « angle connector ». Par défaut, les connecteurs sont créés avec le style angle.

6. Répartition des connecteurs sur le VScenarioItem

Les connecteurs sont répartis de façon homogène sur le côté du VScenarioItem. Le VConnector commence par calculer les coordonnées globales de son Obj1 et Obj2 dans la fonction setObj1AndObj2GlobalCoordinates(). Il compte ensuite le nombre de connecteurs rentrant ou sortant et détermine la position exacte qu'il doit prendre dans la fonction drawConnector().

7. Placement des connecteurs sur la PaletteScenario

Pour que les Connectors et les ConnectorLooseEnds n'empêchent pas la lisibilité des éléments du scénario, ils sont placés sur le LowerCanvas de la PaletteScenario, en dessous de tous les éléments du scénario. Seul le connecteur qui est en train d'être tiré est placé sur le UpperCanvas, au-dessus des éléments du scénario pendant qu'il est tiré.

1.15. Création d'un nouveau connecteur

Pour créer un nouveau connecteur, l'utilisateur doit faire un MOUSE_DOWN sur les icônes en bas et à gauche ou à droite d'un VScenarioItem. Ce nouveau connecteur est tout de suite connecté au VScenarioItem cliqué et à un nouveau Essential MConnectorLooseEnd qui est placé en dessous de la souris. Le détail des actions est indiqué par la *Fig 10*.

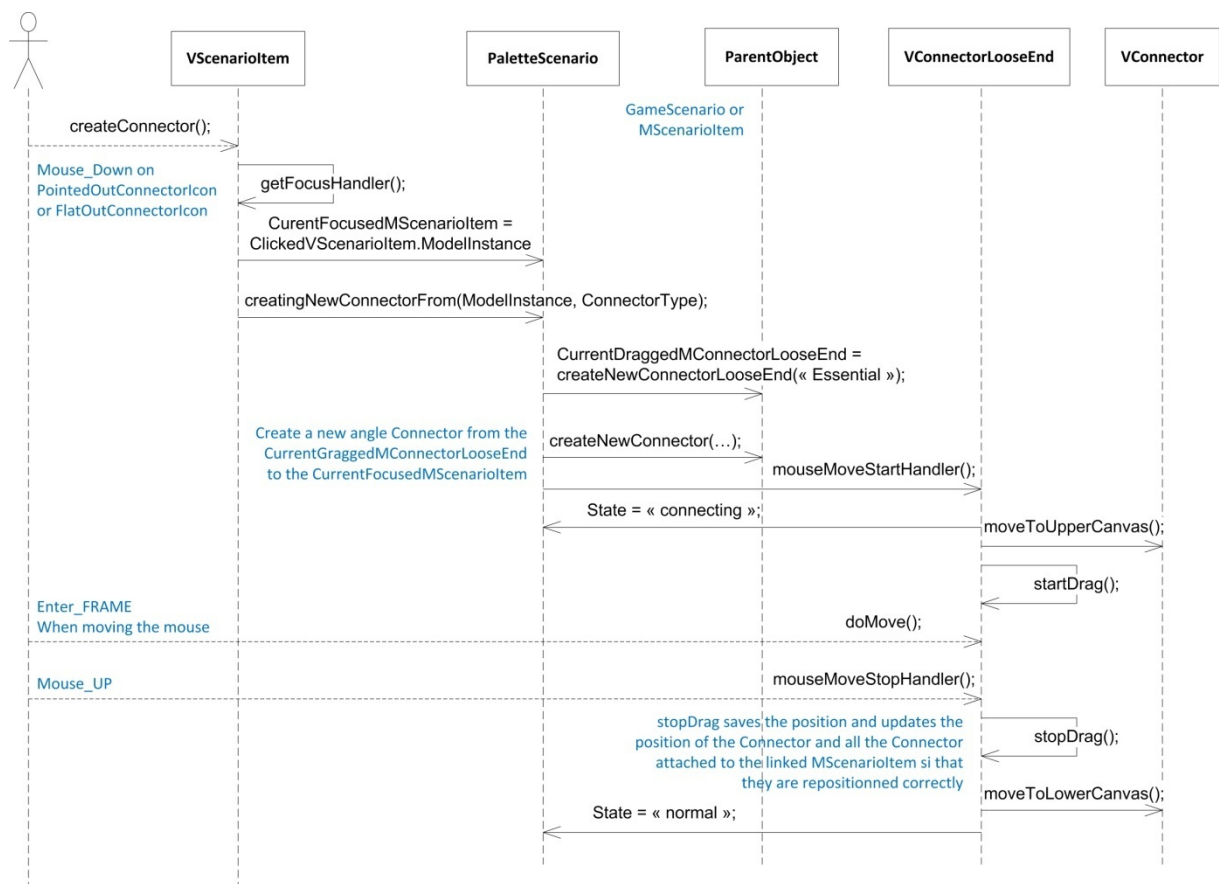


Fig 10 : Création d'un nouveau connecteur

Éléments du Learning Game

Maintenant que nous avons vu la modélisation et la représentation du scénario, nous allons décrire les autres éléments qui composent le LG.

1.16. Les différents types d'éléments de Learning Game

8. Compétences, Connaissances et Comportements

Les compétences cibles font partie des éléments les plus importants du LG. Ils sont définis dans la première partie de la conception d'un LG avec l'aide d'un expert du domaine et d'un expert cognitif. C'est à partir de ces compétences que l'expert pédagogique va construire la structure pédagogique qui lui semble la plus adaptée pour enseigner ces compétences. Une compétence est constituée d'un ensemble de connaissances à apprendre et de comportements que l'élève devra intégrer. Elles sont représentées dans la Palette Competencies (Fig 11). L'expert du domaine doit aussi spécifier le nombre de fois que les Knowledge et Behaviours doivent être vue durant le LG. C'est nombres sont visibles dans les petits carés.

Remarque : dans cette première version de LEGADEE, l'éditeur de Compétence n'a pas été développé c'est-à-dire qu'elles doivent être écrites directement dans un fichier XML qui est ensuite mis dans la base de donnée.

9. Personnages et localisations du jeu

Les personnages de l'histoire sont représentés dans la Palette Characters (Fig 12). LEGADEE offre la possibilité de leur donner un nom et de leur associer une image et une description. Cette tâche est accomplie par l'expert du jeu. Ces éléments serviront ensuite de guide pour le graphiste.

Dans une version avancée de LEGADEE, l'idée était aussi de montrer différentes scènes dans lesquelles la personne intervenait et ses dialogues pour pouvoir vérifier la cohérence mais ces fonctionnalités n'ont pas été développées dans la version 1 de LEGADEE.

Les différents endroits où se déroule l'histoire, ou localisation des scènes, sont représentés dans la Palette Locations (Fig 12). De la même façon que les personnes de l'histoire, l'expert du jeu peut leur associer un nom, une image et une description.

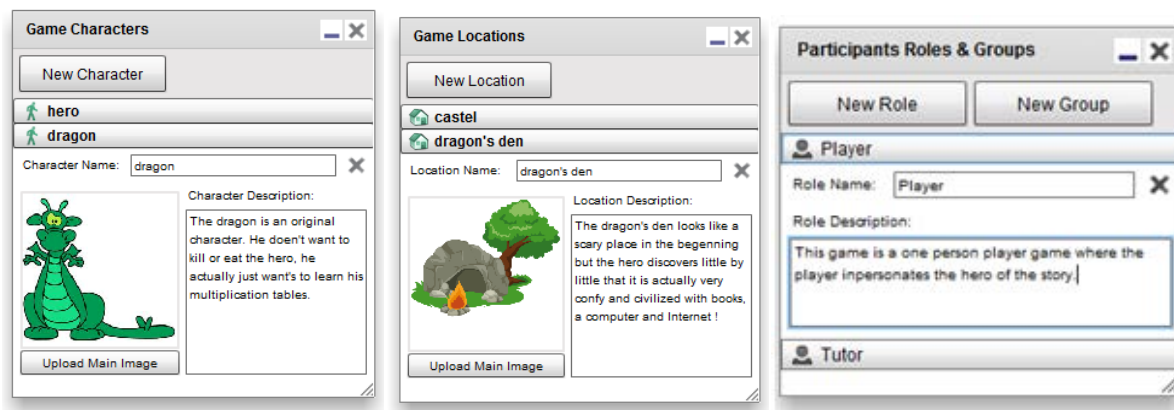


Fig 12 : Palette Characters et Locations et Palette Participants

10. Participants Roles and Groups

Les rôles des participants peuvent être définis dans la Palette Participants (Fig 12). Cette palette permet également de définir des groupes de participants si le jeu se joue en groupe de plusieurs élèves.

11. Game Components

Lors de la création d'un LG, LEGADEE donne la possibilité au concepteur de chercher des composants de jeu existants dans une base de données commune à des entreprises de LG, de E-Learning et de jeu vidéos dont il pourrait se servir pour réduire

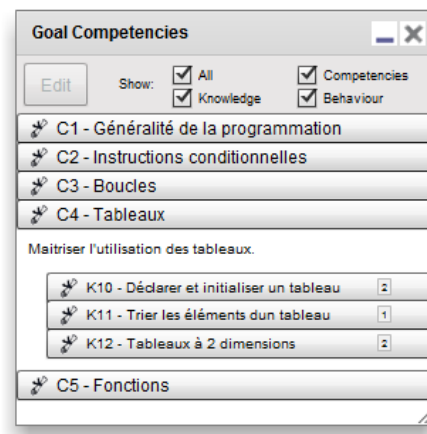


Fig 11 : Palette Competencies

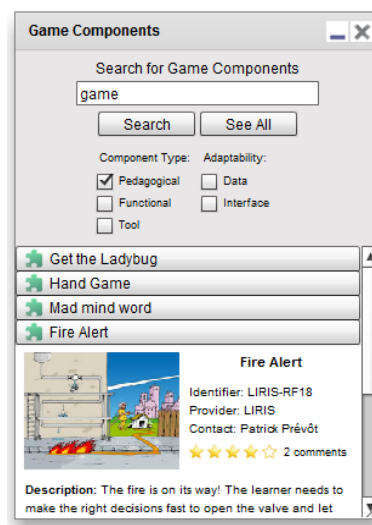


Fig 13 : Palette Components

les coûts de développement de son LG. La Palette Components permet au concepteur de chercher dans cette base de données à l'aide de mots clés et de certains critères pour trouver des composants qui pourraient lui servir (Fig 13).

En réalité, cette base de données commune n'existe pas encore donc nous avons un dossier AvailableGameComponents qui imite l'existence de cette base de données. Voir section 1.5 pour plus de détail.

12. Commentaires et fichiers joints

Comme la place dans chaque palette est assez restreinte et qu'il n'est pas toujours facile de mettre tous les éléments que l'on veut dans les champs prévus, LEGADEE offre la possibilité au concepteur d'ajouter des commentaires libres et de joindre des fichiers images, textes ou exécutables aux éléments de jeu à l'aide des palettes Uploaded Files et Comments (Fig 14). On remarquera que les commentaires peuvent être adressés à un ou plusieurs membres de l'équipe de conception.

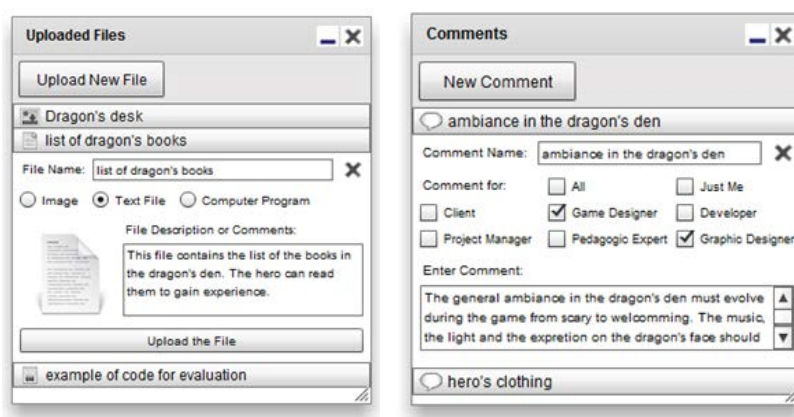


Fig 14 : Palette Uploaded Files et Comments

1.17. Liens entre composants

Le concepteur peut associer un **Game Item** à un **Scenario Item** et même à un autre **Game items** tout simplement en le glissant-déposant sur l'élément souhaité. Ce lien est visuellement représenté par l'ajout de « Miniature » en bas de l'élément. Dans la Fig 15, on voit par exemple que le concepteur a créé un lien entre la Mission « Rescue sister from Dragon » et des Game Items. Il a ajouté une Game Item de type « Location », deux Game Items de type « Character » et un Game Item de type « Comment ».



Fig 15 : Lien avec des Game Items

La plupart des Gameltem sont « transférables » c'est-à-dire que si l'utilisateur le connecte à un MScenarioltem, il va automatiquement se lier au parent (et grand parent) de cet élément. Ils vont aussi se lier à tous les MScenarioltems qui sont attachés avec des connecteurs EDU-FUN. La propriété transférable est fautive uniquement pour les MComment et les MUploadedFile qui ne concernent en général qu'un seul MScenarioltem.

Si on regarde le code, ces Items ont été ajoutés à la propriété MLinkedGamItems du MScenarioltem de la Mission. Cette classe contient la liste de chaque type d'éléments liés. Il peut aussi créer une représentation visuelle VLinkedGameltem qui se trouve en bas de chaque VScenarioltem et dans laquelle il affiche un VMiniature pour chaque élément lié (Fig 16).

Chaque MScenarioltem et MGameltem contient aussi une propriété **AuthorizedChildrenLinked-Gameltems** qui contient la liste des Game Items qui peuvent être déposés dessus. Les Scenario Items éducatifs n'acceptent que les Game Items éducatifs ou neutres (Competency, Knowledge, Behaviour, Comment, UploadedFile, Participant) et les Scenario Items ludiques n'acceptent que les Game Items ludiques ou neutres (Character, Location, Component, Competency, Knowledge, Behaviour, Comment, UploadedFile,).

Lors de la serialization des MScenarioltem et MGameltem, les éléments liés sont sérialisés dans le fichier XML. À la désérialization, le XML correspondant aux éléments liés est stocké temporairement dans la propriété **XMLChildrenLinkedGameltemsTempStorage**. Ils seront désérialisés une fois que tout les Game Items du LG ont été créés (cf. partie 1.23).

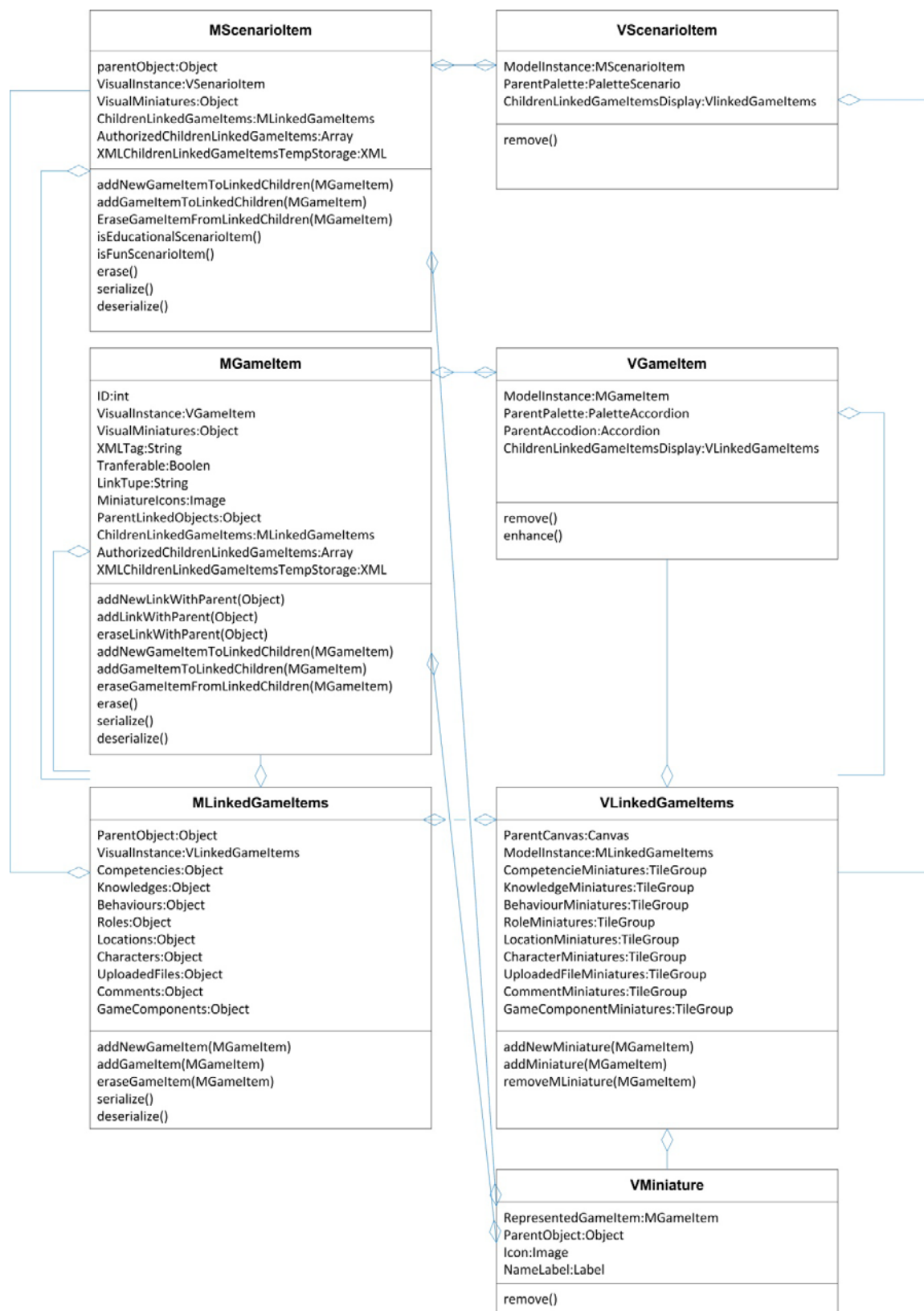


Fig 16 : Diagramme des classes de gestion des liens entre Game Items

Sauvegarde d'un LG

1.18. Les fonctionnalités Save et Load sur le serveur

Sur **PageConception**, l'utilisateur peut, à tout moment, sauvegarder son jeu sur le serveur en cliquant sur le bouton « Save ». Ce bouton déclenche la fonction **saveDataServer()** qui envoie sur le serveur le `Curent_User.UserID`, le `Curent_Game.GameID` et le fichier XML qui contient la sérialisation du LG. Le XML est alors chargé dans la base de données, sur la table **games** dans la propriété XML du LG correspondant.

Quand un LG est sélectionné dans **PageAccountManagement** et que l'utilisateur va sur le bouton « concevoir », le XML qui correspond au LG est automatiquement chargé avec la fonction **loadDataServer()**.

1.19. Les fonctionnalités Save et Load en local

Pendant la conception, j'ai trouvé qu'il était plus simple de sauvegarder le fichier XML en local notamment pour pouvoir l'ouvrir rapidement et voir s'il était bien formé. J'ai donc mis au point la fonction **saveDataServer()** et **loadDataServer()** qui sauvegardent le fichier XML dans le répertoire temporaire de **FlashPlayer**.

Sur mon ordinateur, ce fichier se trouve dans `C:\Users\iza\AppData\Roaming\Macromedia\FlashPlayer\#SharedObjects\`.

Les boutons qui permettent d'accéder à ces fonctions sur **PageConception** sont dans le menu « game » de **PageConception**.

1.20. Undo et Redo

Game contient un **UndoRedoHistory** du type **History** qui collecte les fichiers XML représentant le LG à différents moments de la conception (Fig 17). Ces fichiers XML sont obtenus avec **Game.serialize()**.

La class **History** a une static var instance ce qui nous permet de pouvoir y accéder directement de n'importe quelle classe. De cette façon, à chaque fois qu'un élément du LG est créé, supprimé, modifié ou déplacé, il peut faire directement appelle à `History.save()` pour ajouter un nouveau fichier XML sur le stack.

En utilisant les boutons Undo et Redo sur la **PageConception**, l'utilisateur peut revenir en arrière et en avant sur ses actions. Pour recharger le Game, les fonctions `Undo()` et `Redo()` appellent `Game.deserialize()` avec le fichier XML stocké dans le **UndoRedoHistory**.

Class Diagram for the UNDO REDO functionalities



Fig 17 : Diagramme de classes pour les fonctionnalités de Undo Redo

1.21. Serialisation du LG en XML

Pour les fonctionnalités de sauvegarde du Game, il m'a paru plus judicieux d'utiliser un fichier XML. En effet, cette technique est bien adaptée pour les fonctionnalités d'un éditeur où il faut constamment faire des sauvegardes (undo redo) et pouvoir recharger rapidement (pas aussi rapide avec des bases de données). De plus, si on veut implémenter des fonctionnalités de copier coller, il sera beaucoup plus simple de coller un XML dans un autre plutôt que magouiller avec les bases de données.

Le fichier XML (Fig 18) qui représente le Game à un instant T est produit par la fonction **Game.serialize()**. Cette fonction écrit toutes les valeurs des variables de Game dans un fichier XML. Elle est récursive, c'est-à-dire qu'elle appelle serialize() sur tous les éléments de Game qui appelle à leur tour serialize() sur tous leur sous-éléments et ainsi de suite.

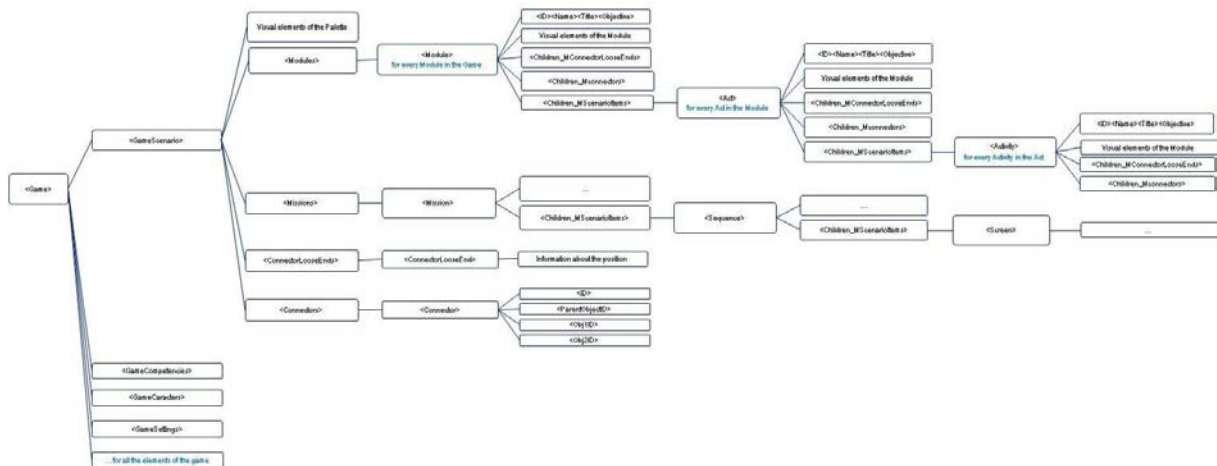


Fig 18 : Format du fichier XML de Game.serialize()

La fonction **Game.deserialize()** fait l'opération inverse, c'est-à-dire qu'elle remplit les variables de Game avec les éléments dans le fichier XML. Elle est aussi récursive.

Regardons maintenant le format du fichier XML plus en détail. Pour chaque élément du LG, il doit contenir toutes les valeurs (ID, title, name...) qui le caractérise, mais aussi les éléments visuels (x, y, width et height des palettes et des éléments).

La balise **<GAME>** contient une balise pour chaque élément qui le compose : **<GameScenario>**, **<GameCompetencies>**, **<GameCharacters>**, **<GameSettings>**, **<GameComments>**...

La balise **<GameScenario>** contient des informations sur les éléments visuels de la palette (**<PaletteWidth>**, **<PaletteHeight>**) et le descriptif de tous ses éléments **<ConnectorLooseEnds>**, **<Connectors>**, **<Modules>** et **<Missions>**. De la même façon, chaque balise **<Module>** et **<Mission>** contient les balises qui contiennent les valeurs importantes comme **<ID>** **<Name>** **<Title>** ... et des balises pour chaque élément qui les composent : **<Children_MConnectorLooseEnds>**, **<Children_MConnectors>** et **<Children_MScenarioItems>** qui contient à son tour les balises **<Act>** et ainsi de suite (Fig 19).

1.22. Création d'un LG

Dans cette partie, je vais décrire comment le LG et tous les éléments qui vont avec sont créés au chargement de la page **PageConception**.

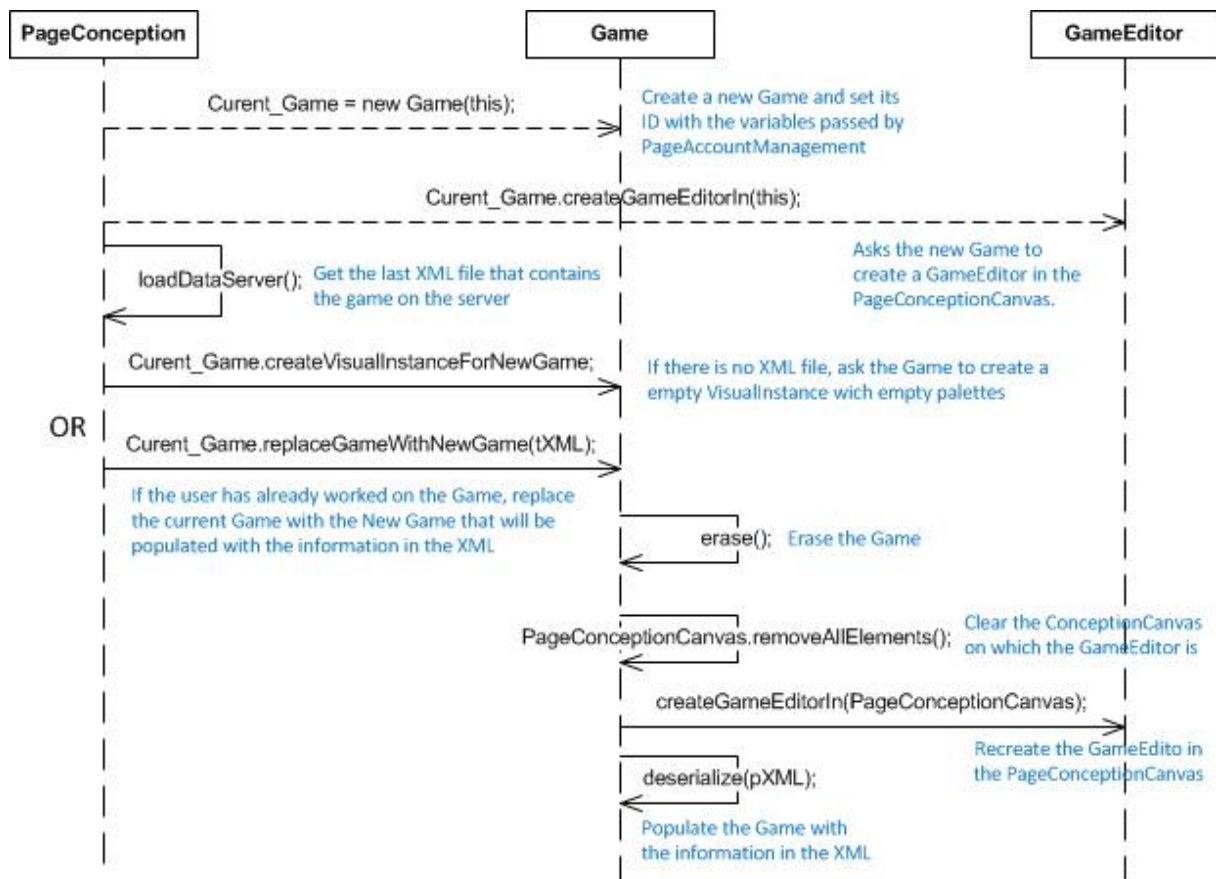


Fig 19 : Création d'un Game

La **PageConception** crée un nouveau **Game** et lui demande de se créer un nouveau **GameEditor** dans sa page. Le **GameEditor** contient un **MenuCanvas** à gauche avec un composant nommé «**PaletteStation**» qui range automatiquement les Palettes posées dessus par l'utilisateur et au centre, le **MainCanvas** qui sert d'espace de travail.

Il charge ensuite le fichier XML de la base de données qui correspond à l'identifiant du Game. Si il ne trouve pas de fichier XML, c'est qu'il s'agit d'un jeu tout neuf et il crée un ensemble de palettes vides pour que le concepteur puisse commencer la conception. S'il trouve un fichier XML, il s'en sert pour créer un nouveau Game qui va remplacer le précédent avec la fonction **replaceWithNewGame(XML)**.

Pour ce faire, Il commence donc par effacer le Game existant et par enlever tous les éléments visuels de sa page. Il demande au Game de se recréer un nouveau GameEditor dans sa page. Il ne reste plus qu'à deserializer le Game avec le fichier XML, ce qui va avoir pour effet de remplir les palettes avec les éléments du LG (Fig 19).

La fonction `replaceWithNewGame` est aussi utilisé à chaque fois que le concepteur importe un fichier XML ou utilise les fonctions `undo` et `redo`.

1.23. Deserialization du LG à partir du XML

De la même façon que la fonction `serialize`, la fonction `deserialize` est huatemement récursive, c'est-à-dire qu'elle découpe le XML et demande à chaque sous éléments de se désérialiser avec les informations contenue dans le XML. On remarquera que dans la version actuelle de LEDADEE, la fonction `deserialize` est décomposée en 3 fonctions :

- **Game.deserialize()** qui `deserialize` `Game_Scenario`, `Game_UploadedFiles`, `Game_Characters`, `Game_Locations`, `Game_Participants`, `Game_Comments`, `Game_Errors`. Elle lance également la deserialization de `Game_Competencys` qui ne peut pas se faire en séquentiel puisqu'elle va charger le fichier XML contenant les `Competences` dans la base de données. `Game.deserialize()` ajoute également un `eventHandler` qui lancera la fonction `Game.deserialize2()` quand `Game_Competencys` lance l'évènement « COMPLETE ».
- **Game.deserialize2()** lance la deserialization de `Game_Componets` qui ne peut pas se faire en séquentiel puisqu'elle va charger le fichier XML contenant les `Components` sur le serveur de composant logiciel. `Game.deserialize2()` ajoute également un `eventHandler` qui lancera la fonction `Game.deserialize3()` quand `Game_Competencys` lance l'évènement « COMPLETE ».
- **Game.deserialize3()** lance la deserialisation de tous les `ChildrenLinkedGameItems`. Cette fonction doit être faite après la deserialisation de tous les éléments du LG puisqu'elle va lier les éléments entre eux. Chaque `MGameItem` et `MScenarioItem` a stocké le XML correspondant à ses éléments liés et cette fonction parcourt tous les éléments et leur demande de deserialiser leurs `ChildrenLinkedGameItems`. Enfin, la fonction appelle `GameScenario.changePaletteView()` pour que la `paletteScenario` s'affiche sur le bon niveau avec tous ces éléments visuels.

Erreurs, Warning et Palette Model Checking

Pour aider le concepteur à concevoir un LG avec le moins d'erreurs possible, LEGADEE met en place des indicateurs visuels qui indiquent les erreurs de conceptions triviales qui concernent les éléments du scénario, les connecteurs, mais aussi tous les éléments de jeu. Dans cette partie de la documentation, je décris comment les erreurs sont modélisées et visuellement représentées.

1.24. Modélisation des erreurs

Comme le décrit la *Fig 20*, chaque MGameItem, MScenarioItem et MConnector ont une propriété MLinkedErrors qui contient la liste des MErrors qui sont liées à cet élément. C'est MErrors sont aussi rassemblés par catégorie (Scenario, Characters, Locations, Competencies ...) dans des MErrorCategory qui sont, elles-mêmes rassemblés dans la classe Game_Errors du Current_Game.

Chaque MGameItem, MScenarioItem et MConnector font appeler à leurs fonction updateLinkedErrors() à chaque fois qu'ils subissent une modification significative comme la création, la modification de liens, le changement de nom...

Voici la liste des erreurs détectées :

- Erreur si un GameItem n'est connecté à aucun élément du scénario ou GameItem.
- Erreur si un MScenarioItem éducatif n'est connecté à aucun MScenarioItem ludique.
- Warning si un MScenarioItem ou un GameItem n'a pas de nom.
- Warning si un Knowledge, Behaviour ou un Participant est connecté à un ScenarioItem mais à aucun enfant de ce ScenarioItem.
- Warning si un UploadedFile n'a pas de type défini
- Warning si un Comment n'a aucun destinataire.
- Warning si un Connector à un coté qui n'est pas attaché à un élément du scénario.
- Warning si un Knowledge ou un Behaviour n'est pas connecté assez de fois dans le scénario.

Lors de la conception des objectifs pédagogiques, l'expert pédagogique doit indiquer le nombre de fois qu'il estime nécessaire de revoir chaque connaissance (Knowledge) dans le LG. De la même façon, il indique le nombre de fois qu'il veut que chaque comportement (Behaviour) soit testé chez l'apprenant. Ces données sont aussi prises en compte par l'aide pour vérifier que le nombre effectif de fois que ces GameItems sont placés sur le scénario correspondent bien à ce qui avait été convenu au départ.

En tenant compte de toutes ces indications, les Knowledge et les Behaviour devraient être satisfaits seulement quand ils sont posés assez de fois sur les activités et les écrans du jeu. En pratique, les erreurs et les warnings resteraient donc pendant une bonne partie de la conception risquant ainsi de frustrer le concepteur qui sera tenté de l'ignorer. Pour que notre outil soit vraiment une aide, nous proposons d'adapter le calcul des erreurs en fonction de l'avancement de la conception. C'est-à-dire que le calcul des erreurs ne prendra en compte le nombre de répétitions des Knowledge et les Behaviour que quand le scénario a été décrit complètement, jusqu'à troisième niveau.

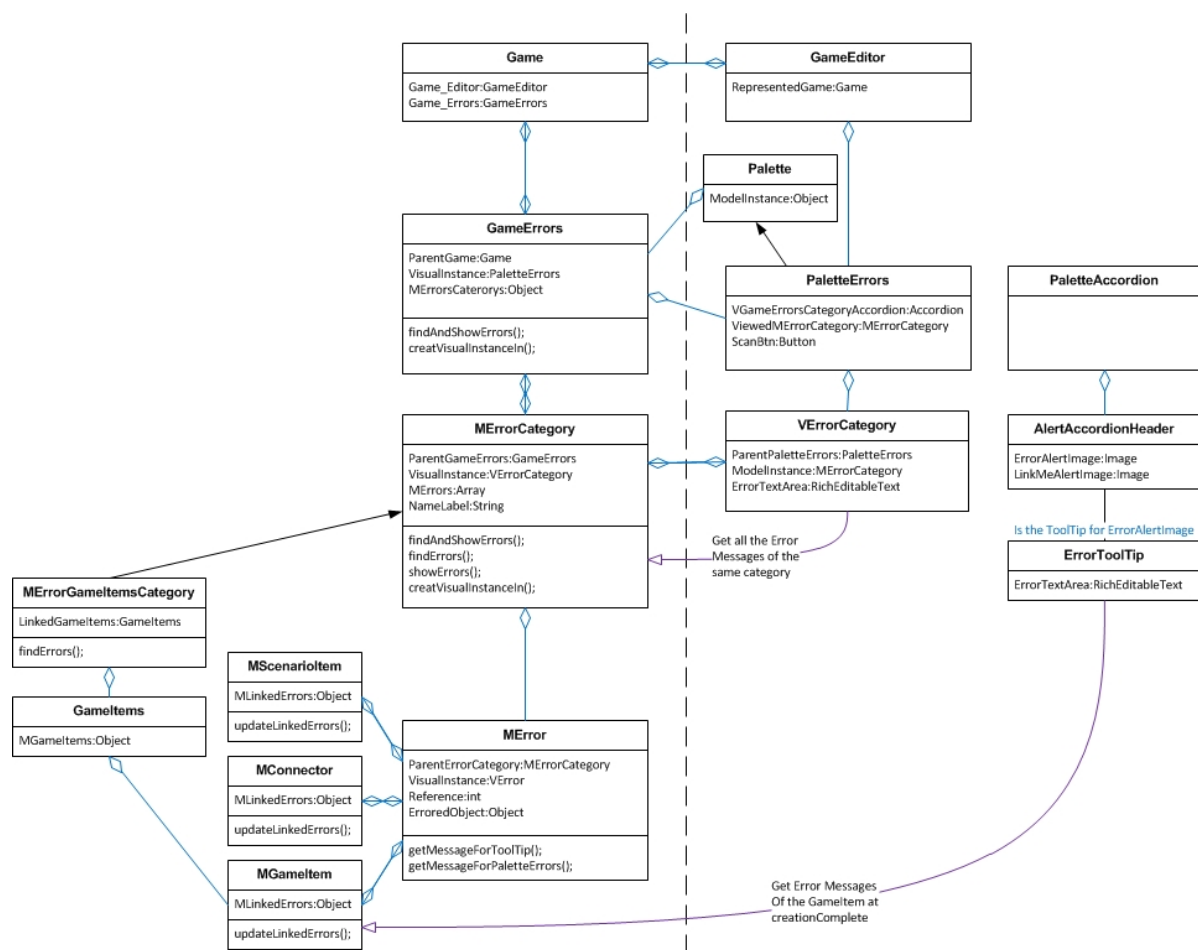


Fig 20 : Erreurs dans le scénario

1.25. Représentation graphique des erreurs

Les erreurs sont représentées de deux façons différentes (Fig 21).

Tout d'abord, les erreurs liées à un Gameltem sont représentées dans son en-tête à l'aide de petites icônes rouges en forme de rond s'il y a au moins une erreur ou jaune en forme de triangle s'il y a au moins un warning. Tout nouvel élément créé dans une PaletteAccordion est représenté par un composant AlertAccordionHeader qui peut contenir des icônes supplémentaires pour signaler des erreurs ou d'autres informations. Quand l'utilisateur met la souris sur cette icon, une ToolTip customisé héritant de la classe ErrorToolTip apparaît avec le détail des erreurs et warning concernant le Gameltem.

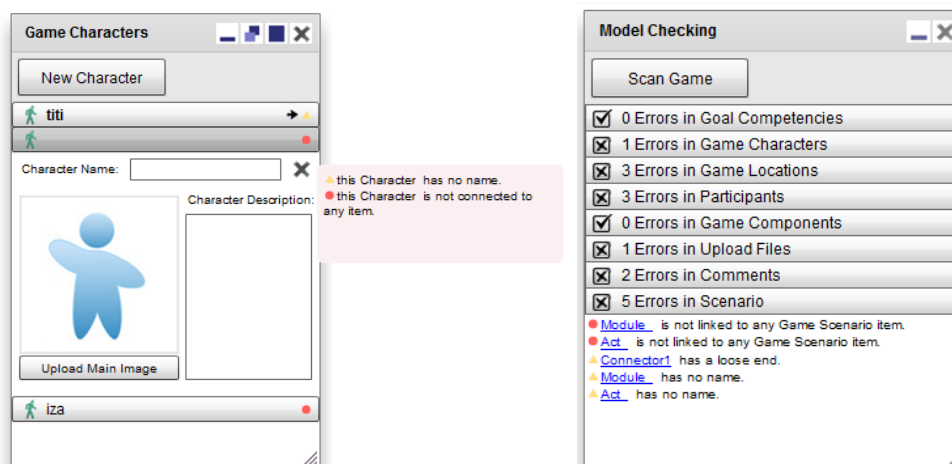


Fig 21 : Représentation des erreurs

L'utilisateur peut utiliser la PaletteErrors nommée « Model Checking » pour scanner le LG entier et lister les erreurs par catégorie. On retrouve exactement les mêmes erreurs que dans les tooltips liés aux Gameltems triés de façon à voir les erreurs en premier. Les erreurs liées aux éléments du scénario et aux connecteurs sont placées dans la catégorie « Scenario ».

L'utilisateur peut également cliquer sur les liens des éléments pour y accéder directement. C'est-à-dire que si l'utilisateur click sur le nom d'un Gameltem, la palette contenant ce Game Item va s'ouvrir en haut de la PaletteStation avec le bon Gameltem ouvert. Si l'utilisateur clique sur un élément du scénario ou un connecteur, la palette Scenario va s'ouvrir avec le bon niveau, ouvrir tous les éléments parents pour afficher l'élément en haut de la palette avec le focus.

Les textes affichés pour les différents types d'erreur sont tous rassemblés dans la classe `classes/ErrorMessage.as`.

Exportation de Worksheet

LEGADEE donne la possibilité d'exporter des worksheets, ou « documents de travail », spécifiques à chaque membre de l'équipe de conception. Cette fonctionnalité est accessible via le menu Game des PageConception. Dans cette partie, nous allons vous expliquer les mécanismes sous-jacents.

1.26. La fonction récursive ExportWorkSheet

Chaque élément important du LG (ScenarioItems, Charaters, Locations, UploadedFiles, Competencies ...) comporte la fonction ExportWorkSheet qui renvoi un String contenant un bout de code HTML qui affiche les informations caractéristiques de cet élément. Lorsque l'utilisateur appuie sur le bouton « Export WorkSheet » de la fenêtre WindowExportWorksheet (Fig 22), la fonction ExportWorkSheet est appelé sur le Game avec, en paramètre, la personne à laquelle ce WorkSheet est destiné (complete, client, Projetc Manager, Developer...).

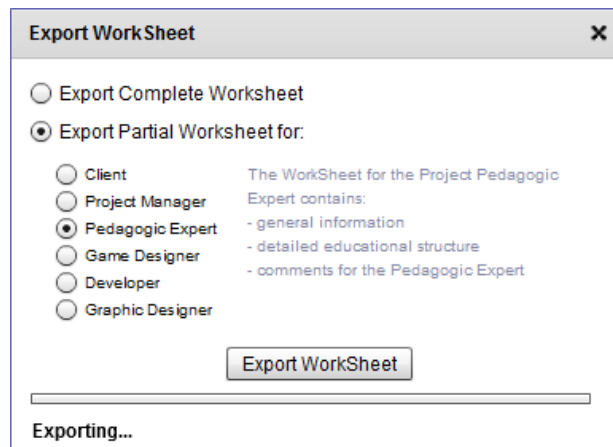


Fig 22 : Fenêtre de dialogue pour l'exportation d'un WorkSheet

De la même façon que Serialize, la fonction ExportWorkSheet ,hautement réursive, fait appelle à la fonction ExportWorkSheet de tous ses enfants et ainsi de suite pour former un document HTML contenant tous les informations nécessaires au concepteur.

En fonction de la personne concernée, chaque élément renvoie plus ou moins de détail. Ainsi, par exemple, le WorkSheet pour le Graphic Designer contiendra des informations très détaillées sur la description visuelle de chaque élément mais pas les informations concernant le développement de ceux-ci.

Le Scénario est représenté avec une image détaillée du MainCanvas de la PaletteScenario prise à chaque niveau de profondeur dans la fonction GameScenario.takePicture(). Avant de prendre l'image, le LG est sauvegardé. Ensuite, tous les éléments du scénario sont ouverts pour que l'on puisse voir toutes les informations et les liens ajoutés par le concepteur. Le LG est ensuite rechargé avec sa forme précédente.

1.27. Affichage du fichier HTML

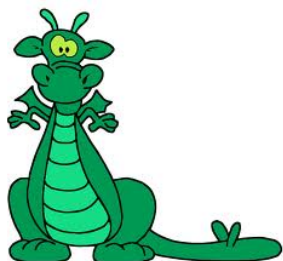
Les 3 images du scénario ainsi que le fichier WorkSheet HTML sont sauvegardés sur le serveur dans le dossier WorkSheets/NomDuLG. Le fichier WorkSheet est aussi ouvert dans un nouvel onglet pour que l'utilisateur puisse y accéder.

Pour avoir un visuel sympathique, chaque fichier WorkSheet.Html incorpore des images qui se trouvent dans le dossier WorkSheets/WorkSheetImages et utilise la feuille de style WorkSheets/WorkSheetStyle.css. (Fig 23)

GameCharacters

 dragon

Description: This is a very nice dragon



Linked Items

UploadedFiles: [Profil of the dragon](#)

Comments

Comment: The dragon needs to look very scary in the beginning and then became line little by little. Maybe change the shades of colors and this scales or something ?

Comment: Make the belly of the dragon a clickable point. This way the player can tickle the dragon to make him laugh.

Fig 23 : Exemple de l'exportation HTML d'un Character

1.28. Améliorations

J'ai codé la fonctionnalité d'exportation des WorkSheet pour montré que c'était possible mais je ne suis vraiment pas satisfaite de cette version. Le fichier HTML n'est vraiment pas très beau, il manque encore des éléments et pour le moment il n'y a pas grandes différences entre les WorkSheets des différents concepteurs.

Dans l'idéal il serait aussi mieux exporter ces worksheets dans un format qui laisserait la possibilité aux concepteurs d'ajouter des éléments à la main sans avoir à être informaticien. Pour cela, un fichier open Office ou doc sera l'idéal mais bon ça sera pour une autre fois.

Il arrive aussi que l'exportation bloque sur certain systèmes d'exploitation. Je rencontre le problème notamment avec MAC et UBUNTU. Je pense que ça doit venir de la fonction `imapng()` dans la classe PHP `savePicture` qui demande à l'ordinateur de la place dans le tampon en local pour créer l'image. Une fenêtre s'ouvre pour demander si on autorise l'ordinateur à enregistrer des données sur l'ordinateur mais même en acceptant, l'exportation se coince.

Traces de l'utilisation

Afin d'analyser la façon dont les concepteurs utilisent LEGADEE, nous enregistrons un certains nombre d'actions dans un fichier de logs :

- L'heure de début et de fin de connexion
- La création et l'effacement de ScenarioItems (Mission, Module, Act, Sequence, Activity et Screen), de Connectors et de GameItems (Character, Location, Participant, Comment, UploadedFile).

- Les changements de vue du niveau de scénario (niveau 1 à 3) et le dispositif utiliser pour le changer (barre ne navigation en haut ou avec les NavigationWings).
- Les sauvegardes
- Les actions UNDO et REDO
- Les recherches de composants logiciel avec les mots clés utilisés pour la recherche.
- Le lancement du débogueur dans la Palette Près-Validation.

Chaque log XML contient un mot clé qui définit l'action ("Create", "Erase", "Save"...), l'heure de l'action et des informations complémentaires comme l'identifiant de l'élément créer, le type de connecteur, le bouton appuyé....

Voici un exemple de log :

```
<Create>
  <Type>Module</Type>
  <ID>1002000000</ID>
  <Time>20h49</Time>
</Create>
```

Les fonctionnalités liées aux Logs sont dans le fichier Classes/LogWriter et dans PHPClasses/ save-Logs.php. Chaque LG à son propre fichier de Logs stocké dans le dossier Logs sur la racine du serveur.

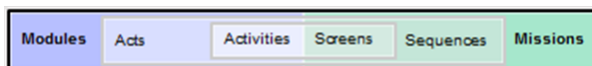
Remarque : tous les appels à des fonctions du LogWriter sont précédées d'un commentaire commençant par « // LogFile -».

code Couleur

1.29. Couleurs des éléments du scénario

Les éléments de chaque palette on un code couleur bien défini. Dans la PaletteScenario, les éléments Educatifs sont en tons de bleu et les éléments Ludiques sont dans des tons de vert :

Les VMotherContainerItem et les VGrandMotherContainerItem qui représentent ces éléments sont aussi de la même couleur.



Module	#b7bfff
Act	#d9deff
Activity	#ebeefe
Mission	#a6e7cc
~	

1.30. Couleur des GamelItems

La couleur des icons sur les GamelItems indique sur quel type d'éléments du scénario ils peuvent être placé.

Les Gameltems qui ont un icon gris sont considérés comme neutres et peuvent être placés sur les éléments du scénario éducatifs et ludiques. C'est le cas des 🗝️ Competences, des 🗝️ Knowledge, des 🗝️ Behaviours, des 💬 Comments, des 👤 Participants et des 📄 📄 📄 UploadedFiles.

Les Gameltems qui ont un icon vert sont considérés comme ludiques et ne peuvent être placés que sur les éléments du scénario ludique. C'est le cas des 🧑 Game Characters, des 🏠 Game Locations et des 🧩 Game Components.

1.31. Autres couleurs

Les erreurs sont représentées par des petits ronds rouges ● et les warnings par des petits triangles jaunes ▲. Les ErrorToolTips qui donnent des informations sur les erreurs sont aussi en rouge clair pour ne pas être confondu avec des ToolTips classiques.

Quand le focus est mis sur un textArea, Flash lui ajoute automatiquement un contour de taille 2px et de couleur bleue clair #66CCFF. Pour imiter cet effet, le même contour bleu clair est ajouté sur le VScenarioItem par la fonction FocusGetHandler(). Il en est de même pour le FocusGetHandler() des VConnectors.



Le reste des icons et des images sont en gris pour avoir une interface la plus neutre possible. Le modèle choisi est celui de Photoshop.

Annexe II. Cahiers des Charges A et B donnés aux concepteurs pour l'évaluation

Cahier des charges A

Ce document contient toutes les informations dont vous avez besoin pour concevoir le LG A.

Pour rappel, il vous est d'abord demandé de décrire sommairement le scénario global et l'environnement de jeu que vous avez choisi pour votre LG. Vous devez ensuite décrire en détail les activités que vous voulez mettre en place pour acquérir une des compétences clés à apprendre. Il s'agit de la compétence C3 : « maîtriser les boucles ». Vous pouvez procéder comme vous le voulez, mais à la fin nous voulons une description précise de chaque écran du LG. Vous devez y faire figurer les informations nécessaires pour les développeurs qui créeront le LG.

LES ATTENTES DES CLIENTS

L'**université Paris 6** et l'**université de Lyon 1** ont fait la commande d'un Learning Game pour aider les élèves de première année de Licence Math-Informatique à comprendre les principes basiques de la **programmation en C**.

Cette initiative a été prise pour contrer le taux de réussite très bas rencontré dans cette matière qui est, en grande partie, dû à l'abandon d'environ 30 % des élèves inscrits avant la fin du semestre. L'objectif second est d'attirer les filles dont le taux d'abandon atteint les 80 %.

Pour augmenter l'attractivité du cours d'initiation à la programmation en C, le LG attendu devra proposer des activités ludiques pour apprendre les bases de la programmation. Il devra également intégrer des activités collaboratives pour renforcer l'esprit d'équipe et limiter le nombre d'abandons. Enfin, les universités veulent un LG qui conduira les élèves à produire des applications dont ils seront fiers et qui illustrent l'utilité de la programmation.

CONTEXTE DE FORMATION

Le LG sera utilisé pendant les séances de TP des cours de programmation basique en C dans les classes de première année de Licence Math-Informatique à Paris 6 et à Lyon 1. Voici les informations pratiques concernant le contexte de formation.

Nombre étudiant : de 20 à 30 élèves inscrits par classe.

Nombre d'enseignants : 2 chargés de TP par classe

Nombre d'heures : les élèves ont une séance de TP de 1 h 45 par semaine. Un semestre compte 11 semaines.

Notation : les élèves doivent avoir au moins deux notes de TP qui seront ensuite comptabilisés dans leur note de contrôle continu.

Matériel : les salles de TP sont équipées de 15 ordinateurs avec accès Internet tournant sur le système d'exploitation LINUX.

CONTENU PÉDAGOGIQUE

1. Compétences cibles

Le contenu pédagogique de l'UE de programmation basique en C est déjà défini par le programme scolaire. Pendant l'EU, les élèves doivent apprendre à maîtriser les généralités de la programmation, les instructions conditionnelles, les boucles, les tableaux et les fonctions. Ces 5 compétences sont décrites plus en détail dans le tableau suivant.

Chacune de ces compétences est composée d'un ensemble de connaissances théoriques à savoir appliquer et de comportements à avoir qui relèvent de bonnes pratiques de la programmation. Les enseignants de l'EU ont spécifié le nombre de fois que chaque connaissance et comportement devait être revue pendant le LG pour former un ensemble cohérent avec les enseignements en cours magistraux et en TD.

Le tableau suivant reprend en détail le contenu pédagogique qui doit apparaître dans le LG. Chaque compétence, notée **Ci** (Competency), est composée d'un ensemble de connaissances, notée **Ki** (Knowledge), et d'un ensemble de comportements, noté **Bi** (Behaviour).

Pour chaque connaissance, la dernière colonne du tableau spécifie le nombre minimum de fois que cette connaissance doit être vue dans le LG. De la même façon, pour chaque comportement, la dernière colonne spécifie le nombre minimum de fois que l'élève doit faire preuve de ce bon comportement.

C1	Généralités de la programmation	
	Maîtriser les généralités de la programmation en C.	
K1	Structurer son programme Savoir inclure des bibliothèques tout en haut du fichier avec #include, définir des constantes globales avec #define et déclarer la fonction main.	1
K2	Connaître les fonctions utiles Connaître les fonctions utiles pour l'affichage et la lecture sur le terminal, mais aussi les fonctions graphiques et pour tirer des nombres de façon aléatoire.	1
K3	Déclarer des variables Comprendre et utiliser les différents types de variables (int, bool, float, char, string).	1
K4	Utiliser les opérations Utiliser l'opération d'affectation (=), les opérations arithmétiques (+ / - %) et les opérations booléennes (== &&).	2
B1	Donner des noms de variables significatifs Savoir nommer ses variables de façon significative.	1
B2	Sauvegarder son code régulièrement Avoir le réflexe de sauvegarder son code à la fin de chaque séance dans plu-	1

	sieurs endroits sécurisés.	
B3	Commenter son code Commenter son code pour que quelqu'un d'autre puisse le reprendre.	3
B4	Indenter son code Indenter son code correctement pour faciliter la lisibilité et éviter les erreurs de forme.	3
C2.	Instructions conditionnelles Maîtriser les instructions conditionnelles et savoir quand les utiliser.	
K5	Utiliser la condition if Maîtriser la condition « if » et savoir quand l'utiliser.	3
K6	Utiliser la condition if..else Maîtriser la condition « if..else » et savoir quand l'utiliser.	3
C3	Boucles Maîtriser les boucles et savoir quand les utiliser.	
K7	Utiliser la boucle for Maîtriser la boucle « for » et savoir quand l'utiliser.	2
K8	Utiliser la boucle while Maîtriser la boucle « while » et savoir quand l'utiliser.	2
K9	Utiliser la boucle do..while Maîtriser la boucle « do..while » et savoir quand l'utiliser.	2
B5	Optimiser son code Savoir optimiser son code en choisissant la bonne boucle.	3
C4	Tableaux Maîtriser l'utilisation des tableaux.	
K10	Déclarer et initialiser un tableau Savoir déclarer un tableau en lui fixant sa taille et en l'initialisant avec des éléments. Savoir accéder et modifier les éléments d'un tableau.	2
K11	Trier les éléments d'un tableau Savoir trier les éléments d'un tableau avec la méthode du tri à bulle.	1
K12	Utiliser les tableaux à 2 dimensions Maîtriser les tableaux à deux dimensions.	2

C5	Fonctions Maîtriser l'utilisation des fonctions.	
K13	Déclarer une fonction Savoir déclarer une fonction avec son type de retour et les paramètres en entrée.	1
K14	Appeler une fonction Savoir faire appel à une fonction avec le passage de paramètre par valeur.	2
K15	Comprendre la portée des variables Comprendre la portée des variables locales et globales dans les fonctions.	3
B6	Donner des noms de fonctions significatifs Savoir choisir les noms significatifs pour les fonctions.	1
B7	Structurer son code Savoir structurer son code en choisissant les instructions qui devraient être gérées par des fonctions.	1

2. Précision sur la compétence à développer

En plus de donner une vision globale du déroulement du LG, vous devez décrire en détail les activités du LG lié à la compétence **C3. Maîtriser les boucles et savoir quand les utiliser.**

Voici un petit rappel théorique sur les boucles en C et leur utilisation :

1) La boucle « for »

Syntaxe :

```

1  int compteur;
2
3  for (compteur = 0 ; compteur < 10 ; compteur++)
4  {
5      // Instructions à répéter
6  }
```

Exemple :

```

1  int tableau[4], i = 0;
2
3  // Initialisation du tableau
4  for (i = 0 ; i < 4 ; i++)
5  {
6      tableau[i] = 0;
7  }
```

Cas d'utilisation : quand on sait à l'avance combien de fois on veut répéter une suite d'instruction.

2) La boucle « while »

Syntaxes :

```
1  while (/* Condition */)
2  {
3      // Instructions à répéter
4  }
```

Exemples :

```
1  int nombreEntre = 0;
2
3  while (nombreEntre != 47)
4  {
5      printf("Tapez le nombre 47 ! ");
6      scanf("%d", &nombreEntre);
7  }
```

```
1  int compteur = 0;
2
3  while (compteur < 10)
4  {
5      printf("La variable compteur vaut %d\n", compteur);
6      compteur++;
7  }
```

Cas d'utilisation : quand on veut faire une série d'instructions tant que la condition est vraie.

3) La boucle « do..while »

Syntaxe :

```
1  do
2  {
3      // Instructions à répéter
4  } while (/* Condition */);
```

Exemple :

```
1  int compteur = 0;
2
3  do
4  {
5      printf("Salut les Zeros !\n");
6      compteur++;
7  } while (compteur < 10);
```

Cas d'utilisation : presque identique à la boucle while mais on utilise cette boucle quand on a besoin de faire les instructions avant le test.

Remarque : il est important de faire comprendre aux élèves qu'ils doivent utiliser la boucle qui est la plus adaptée à leur situation pour gagner en lisibilité du code et pour réduire la complexité à l'exécution. Par exemple, on préférera utiliser une boucle « do..while » plutôt qu'une boucle « for » quand on cherche un élément dans un tableau.

BESOINS ET CONTRAINTES

Les lignes directrices données dans le document ***conseil_pour_la_conception.doc*** décrivent les besoins et les contraintes à respecter de façon générale lors de la conception d'un LG. Dans cette partie, nous allons reprendre les besoins et les contraintes spécifiques à ce cahier des charges dont vous devez tenir compte.

3. Besoins

- ⇒ Proposer un LG sur la durée de toute la formation avec des activités ludiques pour apprendre les bases de la programmation pour que tous les étudiants, quel que soit leur niveau, arrivent à s'amuser dès la première séance.
- ⇒ Développer les activités collaboratives pour renforcer l'esprit d'équipe et limiter le nombre d'abandons.
- ⇒ Conduire les élèves à produire des applications dont ils seront fiers et qui illustrent l'utilité de la programmation.
- ⇒ Proposer des activités qui plaisent aux filles ou du moins qui ne les repoussent pas.

4. Contraintes

- ⇒ Tenir compte des contraintes techniques du contexte de formation, c'est-à-dire le nombre d'étudiants et d'enseignants par classe, le nombre d'heures, le mode de notation et le matériel disponible.
- ⇒ Tenir compte de l'ordre des cours magistraux puisque les concepts ne peuvent pas être utilisés dans le LG avant d'avoir été vu en cours magistral et en TD. Voici la planification des cours:
 - Semaine 1 : C1. Généralités de la programmation
 - Semaine 2 : C2. Instructions conditionnelles
 - Semaine 3 : C3. Boucles
 - Semaine 4 : C4. Tableaux
 - Semaine 5 : C5. Fonctions

Cahier des charges B

Ce document contient toutes les informations dont vous avez besoin pour concevoir le LG B.

Pour rappel, il vous est d'abord demandé de décrire sommairement le scénario global et l'environnement de jeu que vous avez choisi pour votre LG. Vous devez ensuite décrire en détail les activités que vous voulez mettre en place pour acquérir une des compétences clés à apprendre. Il s'agit de la compétence C3 : « respecter le code de la route ». Vous pouvez procéder comme vous le voulez, mais à la fin nous voulons une description précise de chaque écran du LG. Vous devez y faire figurer les informations nécessaires pour les développeurs qui créeront le LG.

LES ATTENTES DU CLIENT

Casino développe son nouveau système de livraison écologique de course à domicile. L'entreprise a besoin d'un LG pour former ces nouvelles recrues qui livrent les commissions dans des triporteurs électriques (voir photo).

À l'heure actuelle, les nouvelles recrues doivent assister à une formation théorique de 3 h sur les règles de sécurité et d'hygiènes liées au transport de marchandises. Ils apprennent aussi à utiliser un système GPS spécialement conçu pour les aider à optimiser leur trajet.



Les managers ont constaté que ces formations théoriques n'étaient pas efficaces et surtout auprès des jeunes qui n'écoutent pas. De plus, après la formation, ceux-ci n'utilisent pas du tout le système GPS puisqu'ils n'en perçoivent pas l'intérêt et le nombre de plaintes concernant des produits surgelés qui ne le sont plus à l'arrivée chez le client ne cesse d'augmenter.

Casino souhaite donc utiliser un LG pour aider les formateurs à enseigner et à convaincre les recrues de l'utilité des règles de sécurité et d'hygiènes et du système PGS. De plus, Casino souhaite ajouter à la formation un rappel du Code de la route pour que leurs recrues aient une conduite irréprochable afin de préserver leur image de marque.

CONTEXTE DE FORMATION

Le LG sera utilisé pour former les nouvelles recrues de Casino qui livrent les courses par triporteur. Voici les informations pratiques concernant le contexte de formation.

Nombre étudiant : de 3 à 10 nouvelles recrues

Nombre d'enseignants : 1 formateur

Nombre d'heures : une formation de 3 h au cours du premier mois suivant l'embauche

Notation : les compétences des recrues sont évaluées pendant du LG. Si les recrues n'obtiennent pas des scores satisfaisants, ils seront obligés de revoir les compétences avec le formateur et de refaire de LG. En cas d'un second échec, le formateur pourra alors décider d'arrêter prématurément le contrat ou de rallonger la période d'essai. Pour motiver les apprenants, casino met à disposition 3 bons d'achat par formation d'une valeur de 20 euros dans les magasins Casino qui peuvent être distribué aux recrues.

Matériel : les salles de formation sont équipées de 10 ordinateurs avec accès Internet

CONTENU PÉDAGOGIQUE

5. Compétences cibles

Pendant la formation, les nouvelles recrues doivent apprendre à respecter les règles de sécurité et d'hygiènes liées au transport de marchandises et le fonctionnement de l'outil GPS qui optimisent leur trajet. Ils doivent aussi revoir les règles du Code de la route qui sont susceptibles de ne pas être respectées.

Chacune de ces compétences est composée d'un ensemble de connaissances théoriques et de comportements à avoir. Les formateurs expérimentés ont tenu à spécifier le nombre de fois minimal que chaque connaissance et comportement devaient être revue pendant le LG pour bien former les recrues.

Le tableau suivant reprend en détail le contenu pédagogique qui doit apparaître dans le LG. Chaque compétence, notée **Ci** (Competency), est composée d'un ensemble de connaissances, notée **Ki** (Knowledge), et d'un ensemble de comportements, noté **Bi** (Behaviour).

Pour chaque connaissance, la dernière colonne du tableau spécifie le nombre minimum de fois que cette connaissance doit être vue dans le LG. De la même façon, pour chaque comportement, la dernière colonne spécifie le nombre minimum de fois que l'élève doit faire preuve de ce bon comportement.

C1	Règle d'hygiène et de sécurité	
	Respecter les règles d'hygiène et de sécurité pour le transport de marchandises.	
K1	Chaîne de froid Connaître les règles à respecter pour éviter la rupture de la chaîne de froid : 0/+2°C pour le poisson frais, +2/+8°C pour de nombreux produits alimentaires frais, -18°C pour les surgelés.	2
K2	Chargement de marchandise Respecter les règles de chargement : charger les objets les plus lourds en dessous, pas d'empilement qui pourrait tomber, charger les fruits et légumes au-dessus, charge maximale de 150 kg.	1
B1	Informé le client	2

	Au cas d'endommagement des produits lors du transport, prévenir le client et lui donner la possibilité de demander un remboursement des produits.	
C2	Système GPS d'optimisation de trajet Utiliser le nouveau système GPS qui sert à optimiser le trajet des livraisons.	
K3	Fonctionnalités du système GPS Comprendre les fonctionnalités du système de GPS : entrée des localités, changement de trajectoire, validation de la livraison.	1
B2	Utilisation systématique du système GPS Le système GPS doit être utilisé de façon systématique pour vérifier les livraisons en temps réels et informer les gérants de Casino en cas de problème.	3
C3	Respect du Code de la route Respecter le Code de la route et avoir une conduite et un comportement irréprochables.	
K4	Règles concernant les emplacements de livraison Respecter le droit de décharger sur les espaces réservés avec un disque et en moins de 30 minutes.	3
B3	Respecter les sens interdits Respecter les sens interdits même en triporteur.	2
B4	Avoir une conduire responsable S'arrêter et remplir le constat si on est impliqué dans un accident.	1
B5	Porter assistance Porter assistance aux personnes si on est témoins d'un accident.	1

6. Précision sur la compétence à développer

En plus de donner une vision globale du déroulement du LG, vous devez décrire en détail les activités du LG lié à la compétence **C3. Respect du Code de la route.**

Voici un petit rappel théorique concernant cette compétence :

4) Arrêt du véhicule pour une livraison :

Les livreurs peuvent arrêter leur véhicule sur les emplacements réservés aux livraisons pendant 30 minutes maximum (voir image 1).

Si le conducteur reste au volant ou à proximité immédiate du véhicule, il peut arrêter son véhicule sur des emplacements qui ne sont pas dangereux ce qui exclut :

- les trottoirs, passages piétons, pistes cyclables, couloirs d'autobus

- les emplacements où le véhicule empêche le dégagement ou l'accès à un parking
- à proximité des panneaux ou des feux lorsque le véhicule les rend moins visibles
- sous les ponts, passages souterrains et tunnels
- sur le bord de la chaussée dans le cas où les autres usagers seraient obligés de chevaucher une ligne continue où sur des zébras pour dépasser



5) Conduite d'un triporteur :

Le triporteur est considéré comme un véhicule de catégorie L5e. Le conducteur doit être titulaire du permis A (moto) ou du permis B.

Le conducteur doit respecter le Code de la route et conduire sur la route ou sur les couloirs réservés aux vélos tant que le véhicule n'est pas trop large. Par exemple, dans la photo ci-contre, les triporteurs ne sont pas admis.



6) Comportement responsable :

L'article 223-6 du Code pénal condamne l'abstention volontaire de porter assistance à une personne en péril donc si un livreur est témoin d'un accident, il est tenu de s'arrêter et porter secours aux personnes même si ses livraisons seront retardées.

En cas d'accident matériel ou corporel, tout conducteur impliqué a des obligations et des devoirs auxquels il doit faire face. Quitter les lieux d'un accident sans respecter ces obligations est sanctionné par le Code de la route (Article L 231-1). Ainsi, un livreur qui se retrouve impliqué dans un accident doit s'arrêter et remplir le constat.



BESOINS ET CONTRAINTES

Les lignes directrices données dans le document ***conseil pour la conception.doc*** décrivent les besoins et les contraintes à respecter de façon générale lors de la conception d'un LG. Dans cette partie, nous allons reprendre les besoins et les contraintes spécifiques à ce cahier des charges dont vous devez tenir compte.

7. Besoins

⇒ Proposer des activités ludiques pour capter l'attention des jeunes recrues.

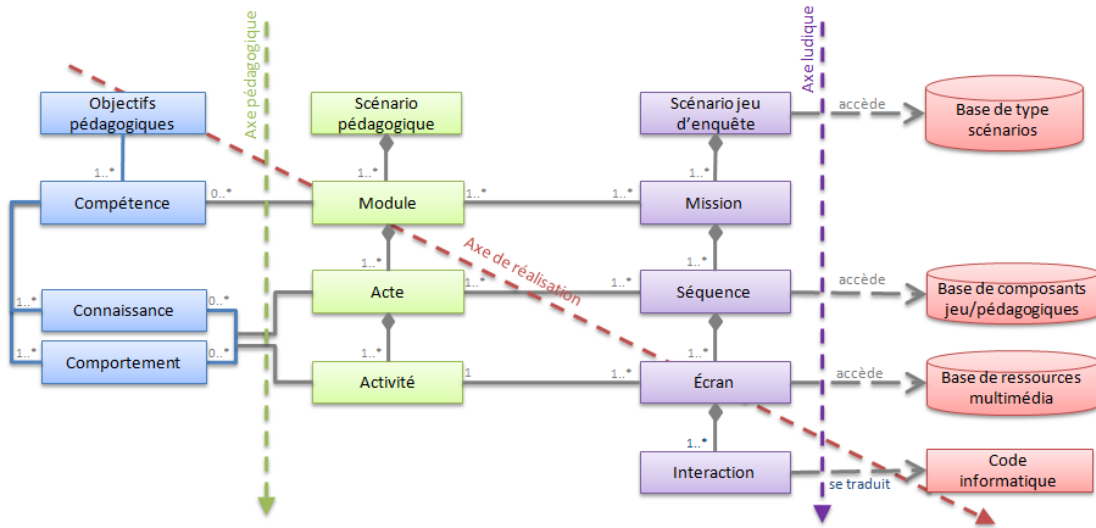
- ⇒ Intégrer des activités qui aideront à convaincre les apprenants de l'utilité d'utiliser le système GPS.
- ⇒ Intégrer des activités qui aideront à convaincre les apprenants de l'importance des règles d'hygiène et de sécurités liées au transport de marchandises.
- ⇒ Mettre les apprenants dans des situations similaires à celle qu'ils rencontrent pendant leur livraison dans lesquelles, ils seraient tentés de ne pas respecter le Code de la route.
- ⇒ Tester le comportement responsable des recrues.

8. Contraintes

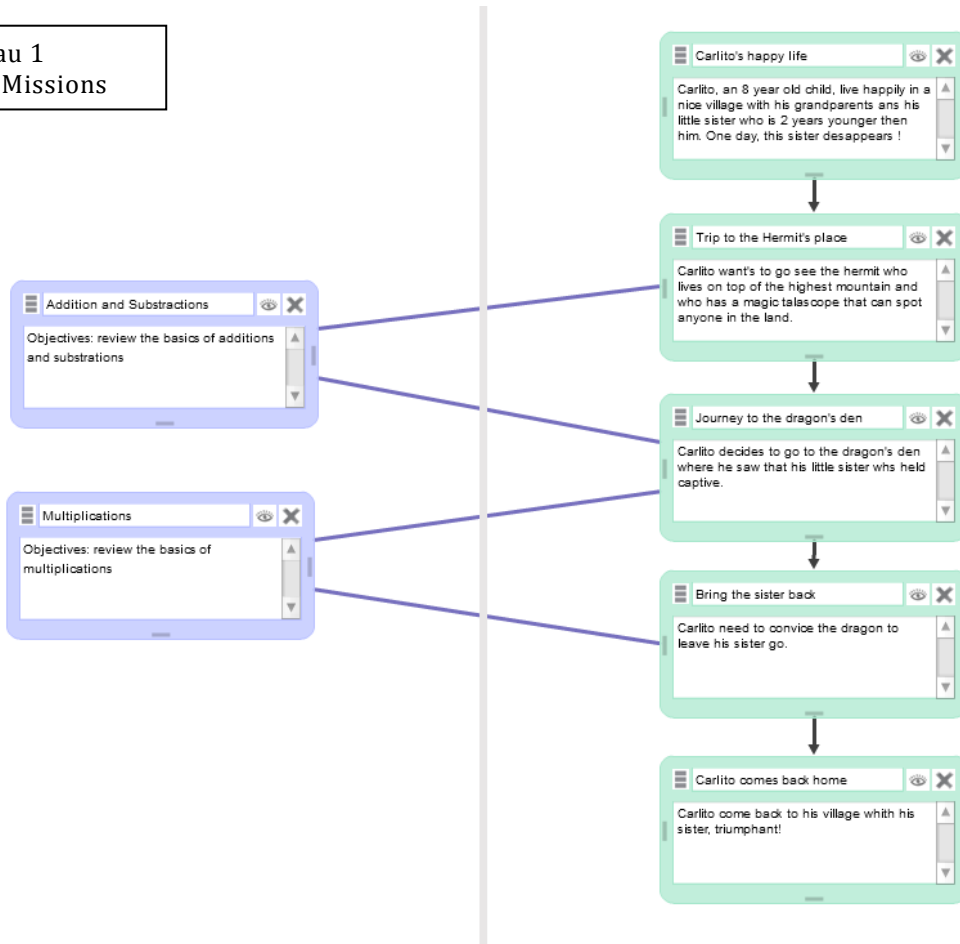
- ⇒ Tenir compte des contraintes techniques du contexte de formation, c'est-à-dire le nombre de recrues et de formateur par formation, le nombre d'heures, le mode de notation et le matériel disponible.
- ⇒ Tenir compte que le nombre de recrues formées peut varier de 3 à 10.

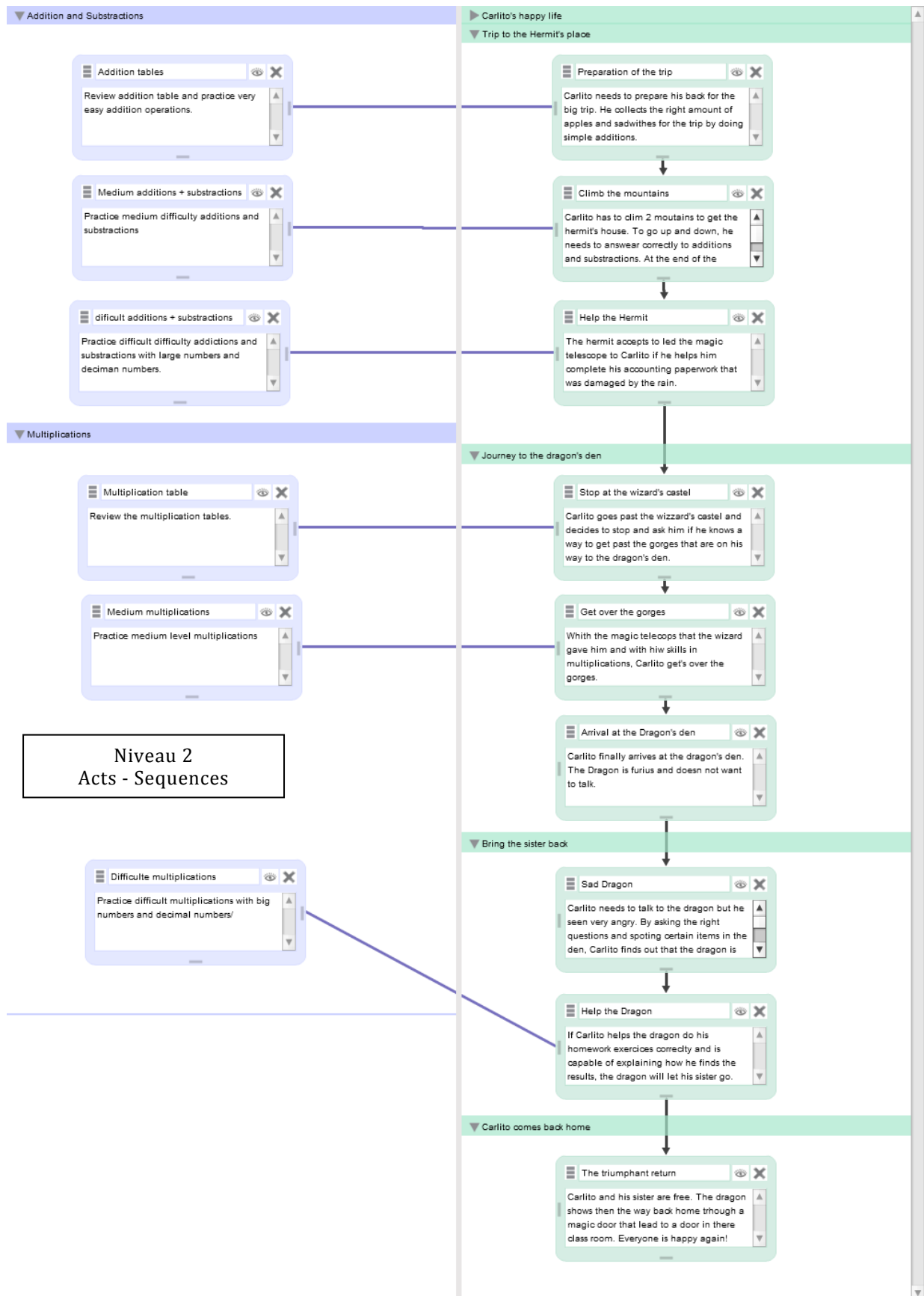
Annexe III. Exemple de Learning Game donnée aux concepteurs pour l'évaluation

Modélisation globale du Jeu éducatif :

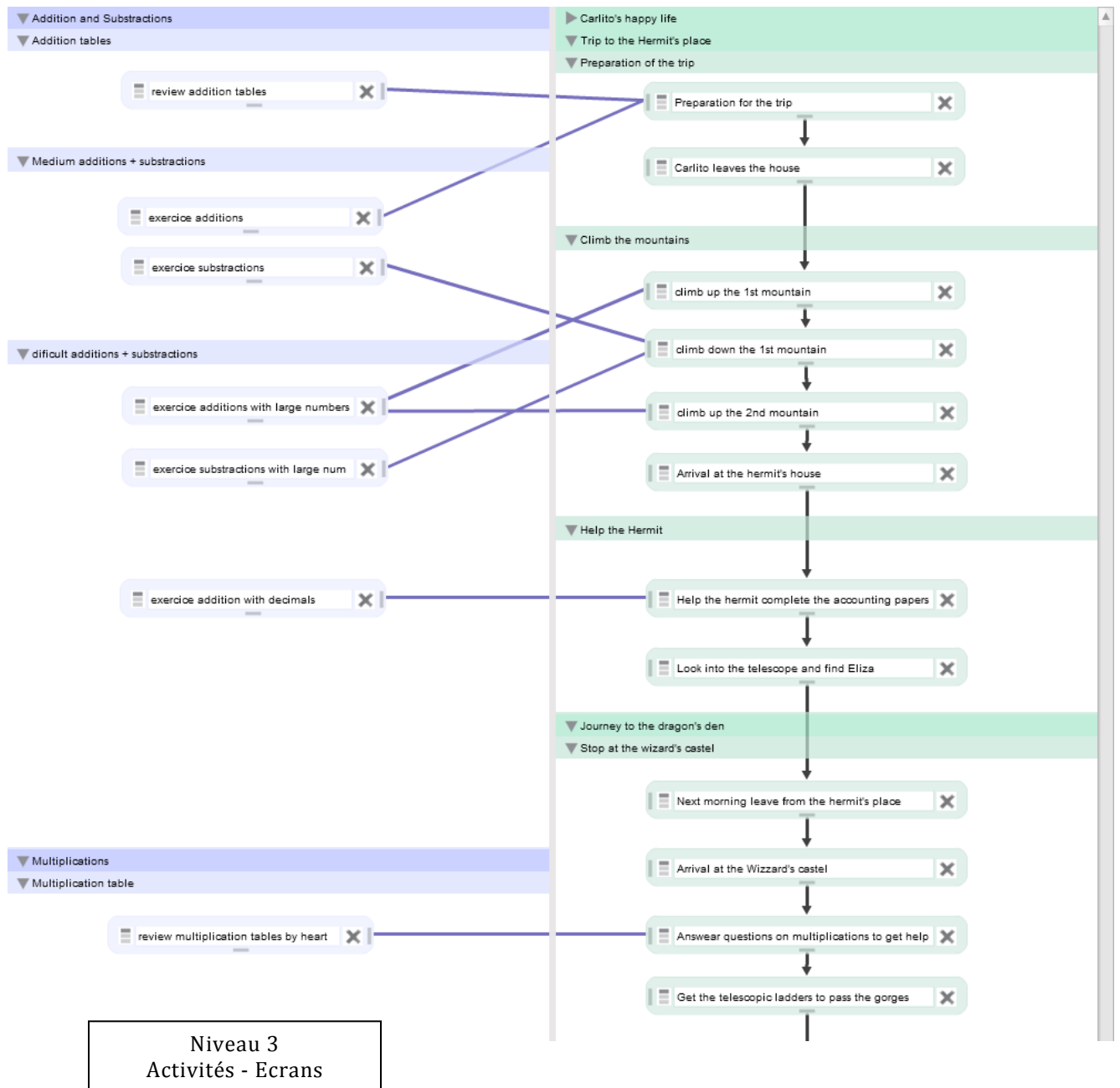


Niveau 1 Modules - Missions

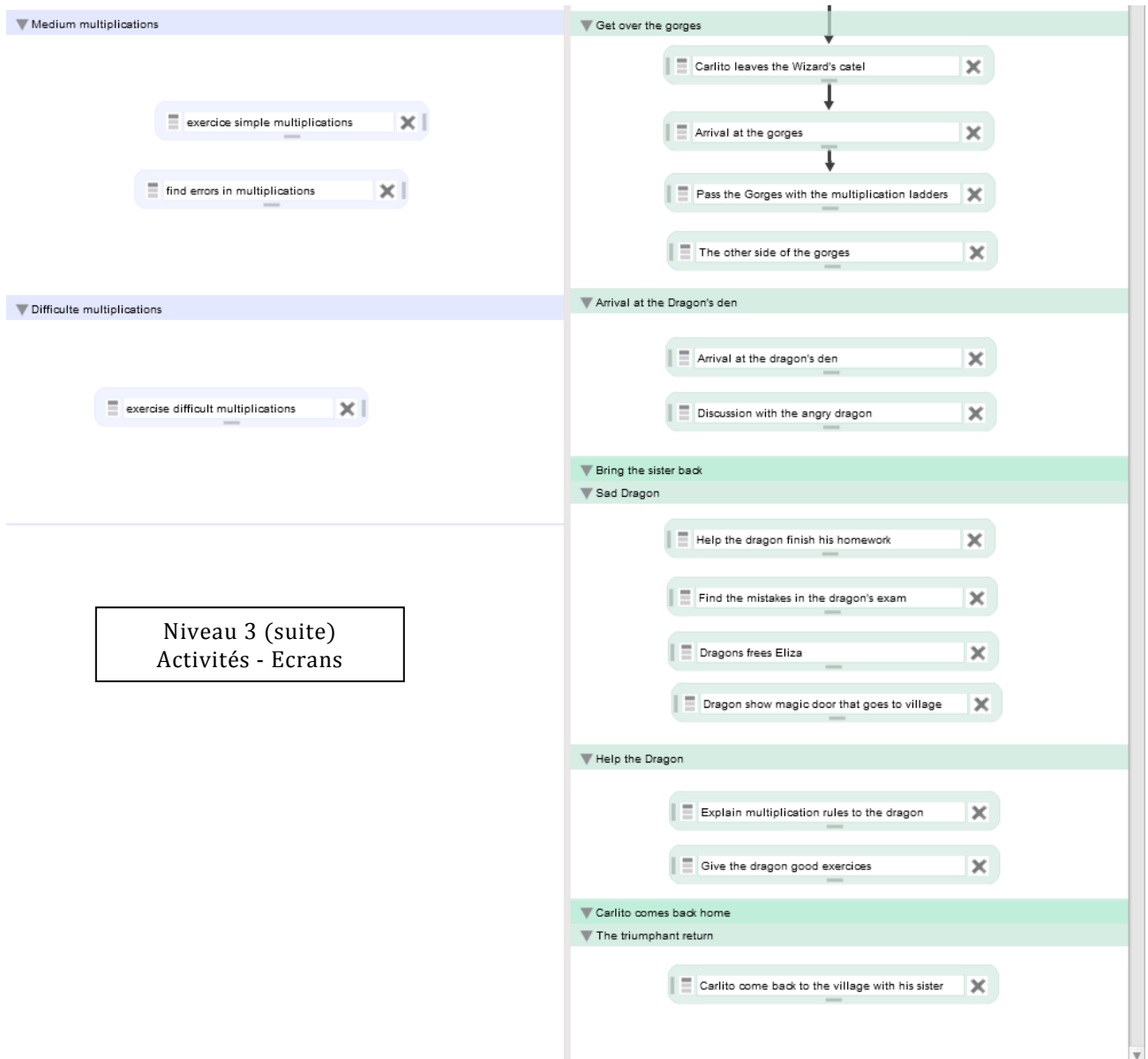




Niveau 2
Acts - Sequences



Niveau 3
Activités - Ecrans




Annexe IV. Bibliothèque de composants donnée aux concepteurs pour l'évaluation

Bibliothèque de composants logiciels LGF

Voici une liste de composants logiciels qui sont déjà développés et qui peuvent être intégrés à votre Learning Game. Chaque composant est décrit plus en détail sur un page web accessible sur www.legadee.segarem.fr/AvailableGameComponents.

Attention, les évaluations et les commentaires ont été inventés pour les besoins de l'expérimentation et ne reflètent pas la réalité.

Star Analysis



Star Analysis


Identifier: Deasign -RF01
Provider: Deasign
Contact: Franck Tarpin-Ber...
★★★★☆ 2 commentaires

Description: The star analysis functional component helps the students visualize their level.

Adaptability: The data to view can all be modified.

Use Statistics: This component has been used 3 times.

Jackpot



Jackpot


Identifier: LIRIS-RF15
Provider: LIRIS
Contact: Patrick Prévôt
★★★★☆ 3 commentaires

Description: The learner has to identify the correct situation given a set of clues (images in the jackpot wheel).

Adaptability: You can specify the situations and give 3 to 6 clues for each of them.

Use Statistics: This component has been used 5 times.

Cross Word Puzzle



Cross Word Puzzle

Identifier: LIRIS-RF13
Provider: LIRIS
Contact: Patrick Prévôt
★★★★☆ 2 commentaires

Description: The cross word Puzzle.

Adaptability: The words and the background can be changed.

Use Statistics: This component has been used 3 times.

Hand Game



Hand Game


Identifier: SBT-RF44
Provider: SBT
Contact: Franck Tarpin-Ber...
★★★★☆ 1 commentaires

Description: The player has a few seconds to decide if the hand in the image is a right or a left hand.

Adaptability: The difficulty can be adapted.

Use Statistics: This component has been used 1 time.

Dialogue



Dialogue

Identifier: Deasign -RF05
Provider: Deasign
Contact: Deasign Company
★★★★☆ 1 commentaires

Description: The component allows you to create a simple and elegant dialogue between 2 characters.

Adaptability: The component is completely adapted to you dialogues. The component has a choice of 10 background settings and 6 characters to choose from.

Use Statistics: This component has been used 1 time.

Get the Ladybug



Get the Ladybug


Identifier: SBT-RF87
Provider: SBT
Contact: Franck Tarpin-Ber...
★★★★☆ 1 commentaires

Description: The player has to click on the ladybugs as fast as possible without clicking on the other insects.

Adaptability: The difficulty can be adapted.

Use Statistics: This component has been used 1 time.

Puzzle




Puzzle
 Identifier: LIRIS-RF16
 Provider: LIRIS
 Contact: Patrick Prévôt
 ★★★★★ 1 comments

Description: The learner has to recompose an image with square parts.

Adaptability: You can upload the initial image and specify the size of the square items.

Use Statistics: This component has been used 2 times.

Teachers Eyes




Teachers Eyes
 Identifier: LIP6-RF03
 Provider: LIP6 - LIRIS
 Contact: Thibault Carron
 ★★★★★ 1 comments

Description: The Teachers eyes functional component helps the teacher visualize the activities of the students in real time.

Adaptability: The data to view can all be modified.

Use Statistics: This component has been used 3 times.

Chalumot Quiz Dungeon




Chalumot Quiz Dungeon
 Identifier: LIRIS-RF12
 Provider: LIRIS
 Contact: Patrick Prévôt
 ★★★★★ 2 comments

Description: Chalumot is a multi question quiz where the student has to answer correctly to get out of the dungeon.

Adaptability: You can change the questions and the inside decor of the dungeon.

Use Statistics: This component has been used 3 times.

Mad mind word




Mad mind word
 Identifier: SBT-RF03
 Provider: SBT
 Contact: Franck Tarpin-Ber...
 ★★★★★ 1 comments

Description: The player has 10 tries to find the right word.

Adaptability: : You can adapt the length of the word to find.

Use Statistics: This component has been used 1 time.

Brainstorming




Brainstorming
 Identifier: LIRIS-RF54
 Provider: LIRIS
 Contact: Patrick Prévôt
 ★★★★★ 1 comments

Description: The brainstorming component allows the students to brainstorm collectively.

Adaptability: You can change the number of categories for the brainstorm ideas and choose the color of the postits that are associated.

Use Statistics: This component has been used 1 time.

Fire Alert




Fire Alert
 Identifier: LIRIS-RF18
 Provider: LIRIS
 Contact: Patrick Prévôt
 ★★★★★ 2 comments

Description: The fire is on its way! The learner needs to make the right decisions fast to open the valve and let the water through.

Adaptability: You can change the questions that learner has to answer to turn the valve and the time before the fire gets to the dog house.

Use Statistics: This component has been used 3 times.

Navigation Bar



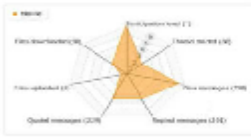
Navigation Bar
 Identifier: LIRIS-RF01
 Provider: LIRIS
 Contact: Patrick Prévôt
 ★★★★★ 3 comments

Description: The navigation bar can be integrated to any LG at the bottom of the interface.

Adaptability: You can change the size, the color and chose the functionality buttons that are adapted to your LG.

Use Statistics: This component has been used 8 times.

Travis Tracking



Travis Tracking
 Identifier: LIRIS-RF12
 Provider: LIRIS
 Contact: Patrick Prévôt
 ★★★★★ 2 comments

Description: The Travis Tracking device allows you to visualize the activity on an online forum.

Adaptability: You can change the activites you want to track.

Use Statistics: This component has been used 4 times.

Annexe V. Liste de conseils donnée aux concepteurs pour l'évaluation

Conseil pour la conception de LG

✓ Activités et ressorts pédagogiques pertinents et variés

L'apprentissage est favorisé par des activités attractives dans lesquelles l'apprenant à un rôle actif comme enquêter, simuler, diagnostiquer un état, trier des éléments... mais aussi par l'utilisation de ressorts pédagogiques tels que la collaboration, la coopération, la compétition ...

✓ Challenge constant

Le challenge est un élément crucial pour captiver l'attention de l'apprenant. Le niveau de difficulté du LG ne doit être ni trop facile, ni trop compliqué et doit augmenter tout au long du LG pour que l'apprenant ressente toujours le besoin de dépasser ses limites. Souvent, les jeux proposent différents buts en parallèle ou des sous-buts de niveau différents. Ainsi l'apprenant se sentira toujours capable d'avancer.

✓ Reconnaissance de la réussite de l'apprenant

Dans un LG, encore plus que dans un contexte classique de formation, l'apprenant s'attend à être gratifié quand il réussit. Cette reconnaissance peut être sous forme de scores, trophée, message de réussite, déblocage d'un élément dans le scénario du jeu...

✓ Environnement de jeu attractif

L'apprenant doit se sentir immerger dans l'environnement de jeu et réellement concerné par le déroulement de l'histoire. Pour faciliter cette immersion, le jeu doit notamment correspondre au mieux, au profil émotif de l'apprenant. On peut aussi lui donner la possibilité d'adapter son avatar pour faciliter sa projection sur le héros de l'histoire.

✓ Un jeu qui surprend

Il est important d'introduire des éléments de surprise comme des effets visuels ou bien un rebondissement inattendu dans le scénario pour garder toute l'attention de l'apprenant. On peut aussi varier les ressorts ludiques comme la compétition, le hasard, le mimétisme, le vertige, la reconnaissance, la collaboration, la curiosité, la fascination...

✓ Liberté d'action

Pour que l'apprenant ait la sensation de jouer, il faut qu'il se sente libre de ses actions. Il est aussi important qu'il ait un sentiment de frivolité, c'est-à-dire que les actions qu'il fait dans le jeu n'aient pas d'impact sur la vie réelle. Dans le cadre d'un LG utilisé en formation et sur lequel les élèves sont évalués, ces concepts sont plus difficiles à appliquer, mais il reste important d'aménager des moments où les apprenants peuvent jouer librement.

✓ Fonctionnalités basiques de jeu

Un jeu donne habituellement la possibilité au joueur d'accéder à un espace personnel contenant ses paramètres personnels (armures, état de santé), ses objets (argent, minutions objets ramassés lors du jeu...) ainsi que les missions qu'il a accomplies et celles qui sont en cours. De plus, les nouvelles missions à accomplir doivent être clairement explicitées et le joueur doit pouvoir les retrouver à tout moment.

✓ Un jeu adapté aux compétences

L'acquisition de compétences sera favorisée dans les LG où l'apprenant doit utiliser les compétences à acquérir en rapport avec l'histoire pour avancer et gagner. Il est aussi préférable de choisir un lieu, une époque, des personnages, et des missions en adéquation avec les compétences à acquérir et le contexte de formation.

✓ LG adapté au contexte de formation

Pour que les apprenants arrivent à s'appropriier les compétences vues dans le LG et comprendre comment elles sont intégrées dans leur formation globale, il est crucial que les phases de jeu soient clairement définies par l'enseignant. De plus, il est important d'intégrer des phases de débriefing pendant lesquelles l'enseignant pourra revenir sur les activités faites pendant le jeu, identifier les compétences techniques qui ont été acquises et discuter des situations réelles dans lesquelles ces compétences peuvent être réutilisées.

Annexe VI. Questionnaires données pour l'évaluation

Questionnaire Concepteurs

Ce questionnaire est à remplir à la fin de l'expérimentation. Les questions concernent votre profil personnel et l'utilisation de LEGADEE.

PROFIL PERSONNEL

- 1.1 Quel poste occupez-vous actuellement ?
- 1.2 Depuis combien de temps enseignez-vous l'informatique ?
- 1.3 Avez vous déjà conçu un Learning Game ? Si oui, dans quel contexte ?

UTILISATION DE LEGADEE

Dans les questions suivantes, nous vous demandons de donner votre avis sur l'aide apportée sur l'outil LEGADEE, mais aussi sur la Modélisation du scénario. Il est très important que vous distinguiez ces deux éléments.

- 2.1 Avez-vous trouvé que l'outil LEGADEE était facile à prendre en main ?
- 2.2 Est-ce que vous avez rencontré des problèmes techniques avec l'outil LEGADEE ? Si oui, lesquels ?
- 2.3 Est-ce que l'outil LEGADEE vous a aidé à intégrer les compétences cibles dans votre scénario ?
- 2.4 Est-ce que vous pensez que l'outil LEGADEE peut être un bon outil d'apprentissage à la conception ?
- 2.5 La Modélisation en parallèle des éléments pédagogiques et des éléments ludiques, vous a-t-elle bloquée ou contrainte ?
- 2.6 La Modélisation en trois niveaux (Modules-Missions, Acts-Sequences et Activités-Ecrans) vous a-t-elle bloquée ou contrainte ?

Questionnaire Experts

Ce questionnaire est à remplir à la fin de l'expérimentation. Les questions concernent votre profil personnel et l'utilisation et l'utilisation de la grille d'évaluation.

PROFIL PERSONNEL

- 1.2 **Quel poste occupez-vous actuellement ?**
- 1.3 **Depuis combien de temps concevez-vous des Learning Games et dans quel contexte ?**

UTILISATION DE LA GRILLE D'ÉVALUATION

- 1.4 **L'évaluation des 8 scénarios vous prit environ combien de temps ?**
- 1.5 **Avez-vous eu du mal à comprendre les indicateurs de qualité proposés dans la grille ? Si oui, lesquelles ?**
- 1.6 **Avez-vous eu du mal à quantifier certains indicateurs sur l'échelle de 1 à 4 de la grille ?**
- 1.7 **Pensez-vous que d'autres indicateurs auraient pu donner des informations sur la qualité potentielle des LG ? Si oui, lesquelles ?**
- 1.8 **D'autres commentaires ?**