



HAL
open science

Adaptation dynamique des jeux de visite pour les musées : contribution à l'équilibrage de l'expérience du visiteur joueur

Isabelle Astic

► To cite this version:

Isabelle Astic. Adaptation dynamique des jeux de visite pour les musées : contribution à l'équilibrage de l'expérience du visiteur joueur. Autre [cs.OH]. Conservatoire national des arts et métiers - CNAM, 2018. Français. NNT : 2018CNAM1208 . tel-02426028

HAL Id: tel-02426028

<https://theses.hal.science/tel-02426028v1>

Submitted on 1 Jan 2020

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.

**ÉCOLE DOCTORALE D'INFORMATIQUE, TELECOMMUNICATIONS et
ELECTRONIQUE**

CENTRE DE RECHERCHE EN INFORMATIQUE ET COMMUNICATIONS

THÈSE présentée par :

Isabelle ASTIC

soutenue le : **10 décembre 2018**

pour obtenir le grade de : **Docteur du Conservatoire National des Arts et Métiers**

Discipline/ Spécialité : Informatique

**Adaptation dynamique des jeux de visite
pour les musées :
contribution à l'équilibrage
de l'expérience du visiteur joueur**

THÈSE dirigée par :

M. GRESSIER-SOUDAN Eric

Professeur des universités, Cnam

RAPPORTEURS :

Mme DUFRENE Bernadette

Professeur des universités, Université Paris 8

Mme SEDES Florence

Professeur des universités, Université de Toulouse III

JURY :

M. SEINTURIER Lionel

Professeur des universités, Université de Lille

M. ALVAREZ Julian

Professeur associé, Université de Valenciennes

Mme METAIS Elisabeth

Professeur des universités, Cnam

Mme PRIGENT Armelle

Maître de conférences, Université de La Rochelle

M. ROOSE Philippe

Professeur associé, IUT de Bayonne et du Pays Basque

Remerciements

Ces longues années de travail n'ont pas pu être accomplies sans la présence de tous ceux qui m'ont soutenue, chacun à sa façon, et pour qui j'ai tant de gratitude :

Eric Gressier-Soudan, pour les discussions et les grands moments de recherche sur les projets PLUG, ARtSENSE et durant son patient travail d'encadrement,

Coline, la grande prêtresse des réseaux sociaux qui a su diriger d'une main de maître ces deux projets, côté musée, et dont la fantaisie et l'enthousiasme n'entachent pas la rigueur, et vice-versa,

Areti, notre chef de projet du projet ArtSENSE, formidable chercheuse d'une grande générosité à la passion communicative,

Stéphane, au caractère apaisé et la recherche sereine,

Michel, aux multiples voix qui m'a montré le chemin de la thèse, et dont l'humour a toujours accompagné nos travaux alors qu'il travaillait avec tant d'ardeur à faire émerger "PLUG, Les secrets du musée". Il en fut doublement récompensé¹, ainsi que :

Emmanuel Z. et ses trouvailles de game design,

et tous les partenaires des différents projets auxquels j'ai collaboré: Romain, Armelle, Nicolas, Annie, Aude, Camille, Raphaël, Viviane, Florent, Emmanuel G. avec une mention spéciale à Micheline, chorégraphe, pour nos discussions et nos moments de danse, en espérant que nous concrétiserons cette recherche-là également,

Toute ma famille, sans qui je n'aurai pas pu réaliser ce travail de longue haleine dans de si bonnes conditions :

Mon mari, pour son soutien, ses encouragements, son courage et son abnégation à approfondir ses recherches sur les programmes de la télévision, le tennis de table, le golf, la guitare, sans compter les inévitables tâches ménagères,

¹ "PLUG, Les secrets du musée" a obtenu le e-virtuoses Award dans la catégorie "Gamification" en 2013

Mes enfants, qui sont partis peu à peu et à tour de rôle sur le chemin de leurs destins personnels, rejoints par leurs compagnons, pour leurs discussions, leurs encouragements et leur intérêt,

Mes parents, toujours vaillants, et qui ont accepté de ne pas me voir beaucoup pendant toutes ces vacances, dont le soutien n'a d'égal que la chaleur de leur présence,

Ma soeur, pour nos grands week-ends "oxygène" dans les capitales européennes, dont nous allons pouvoir reprendre le cours,

Mon frère et ma belle-soeur, ma belle-soeur et mon beau-frère, et tous mes neveu et nièces, dont la présence pétillante réchauffe le coeur,

Ma belle-mère, partie si vite,

et bien sûr, tous les amis, qui ont su accepter mes absences aux fêtes et réunions, mes manques d'engagement, mes pensées égarées, nos rendez-vous manqués, mais dont l'appui et la compréhension ont été réconfortants : Pascale et François, Monique, Jacqueline, Claudine, Gérard et Valérie, Marie-Lise, Frédérique et Philippe, Bruno et Sylvie, Sylvie,

avec une mention spéciale pour :

Annick, à l'immense générosité,

Valérie, Frédérique et Marie-Lise, pour nos dîners de filles qui m'emportaient loin de ma thèse pour quelques heures.

Résumé

Alors que les musées s'interrogent sur la désaffection des 12-35 ans à leur égard, le rapport "Musée du XXIème siècle" dirigé par Jacqueline Eidelman, Conservatrice générale du patrimoine, livre des pistes pour l'évolution de ces institutions et conclut à la recherche d'une plus large ouverture aux jeunes publics, à une adaptation du discours à tous les profils de public, à une présentation plus originale des oeuvres et à la proposition d'outils numériques [Eidelman, 2017]. Pourtant, la technologie numérique est présente depuis longtemps dans les musées [Davallon, 1999] mais reproduit, semble-t-il trop souvent, ce qui existe sur d'autres supports sans faire évoluer ni la muséographie, ni la médiation. En effet, les études des relations des Français avec leur patrimoine montrent que les jeunes générations ne s'en désintéressent pas [Bigot et al., 2016] mais qu'elles associent musée et école [Octobre, 2009] et n'en font donc pas une destination pour leurs loisirs. Pour attirer une audience plus jeune, un renouveau de l'offre de médiation s'impose. Le jeu sérieux apparaît alors comme une solution pertinente pour adapter une offre à un jeune public, amateur de pratiques vidéo ludiques, mais aussi à leurs parents, qui aiment les accompagner dans ces pratiques [Berger and Lafourcade, 2014], [SELL, 2016].

Depuis plusieurs années, des propositions dans ce sens existent dans les musées, cependant, à ma connaissance, personne ne s'est réellement intéressé à ce qu'elles devaient être. Quels types de jeux sont les plus appropriés aux musées ? Quelles expériences viennent rechercher les visiteurs joueurs ? Comment se construisent-elles ? Comment faire en sorte que ce nouveau type de visiteurs soit satisfait de sa visite, tout en ayant l'impression de participer à un vrai jeu ? Ce sont les questions auxquelles cette thèse contribue à apporter des réponses.

J'ai fondé ma réflexion et mes propositions sur l'analyse des projets de médiation numérique auxquels j'ai participé, sur les travaux de recherche effectués dans le domaine des jeux sérieux, de l'expérience du joueur et du visiteur et sur mon expérience professionnelle en médiation et en développement numérique. Le jeu sérieux apparaît finalement comme une fausse bonne idée. Je propose plutôt un jeu plus ouvert, que je nomme "jeu de visite", adapté à un public plus différencié. J'en conçois une modélisation autour de la notion de "mission adaptable", permettant une modification dynamique de ses constituants et de son contexte d'exécution, en fonction de l'expérience recherchée par et pour le visiteur joueur.

Mots clés :

jeux sérieux, équilibrage, modélisation, profils de visiteur joueur, expérience de visite, expérience de jeu.

Résumé en anglais

While museums wonder why young people so often desert them, the "Musée du XXIème siècle" report, directed by Jacqueline Eidelman, gives some clues and advocates for a more open offer for young audience, a better adapted discourse to every public, a more creative works' presentations and further digital tools [Eidelman, 2017]. However, digital propositions exist since a long time in museums [Davallon, 1999] but they too often replicate what already exist on others medias and do not really innovate in terms of museology or cultural mediation. Public studies on the relationship between French people and their cultural heritage show that the youngest are quite interested [Bigot and al., 2016] but they often associate museum with school [Octobre, 2009] which does not contribute to define them as a recreational destination. To attract this audience, a new cultural mediation is essential. Thus, serious games seem a relevant proposition, as they could please the younger public, adepts of videogames, as well as their parents, which appreciate to play with them [Berger and Lafourcade, 2014], [SELL, 2016].

For some years now, such offers exist in museums, but, as far as I know, what they should be exactly has never been studied. What kind of games are the more appropriate for museums ? Which experiences do gaming visitors expect ? How these experiences are built ? How to manage the visitors' satisfaction about their visit and their feeling about playing a real game ? These are the questions this PhD thesis contribute to answer.

I based my reflection and my proposals on the analyse of projects devoted to cultural mediation in which I participated, on the research studies about serious games, visitors and gamers experience and on my professional background in cultural mediation and software engineering. Serious games appear finally as a false good idea. I rather propose a type of more open games, that I call "visit games", appropriate for a more differentiated public. A model of these games is built in this thesis, around the concept of "adaptable mission". It allows to dynamically modify its components and its context of execution, depending on the experience expected by and for the gaming visitor.

Keywords:

serious games, balancing, models, playing visitor's profile, visitor experience, player experience

Table des matières

Remerciements	3
Résumé	5
Résumé en anglais	7
Table des matières	9
Liste des tableaux	12
Liste des figures	13
Liste des annexes.....	16
Liste des annexes.....	16
Introduction : Propositions pour une médiation ludique pour les musées du XXIème siècle .	21
Partie 1 : Caractérisation des jeux comme offre de médiation dans un musée	37
1 Définition et caractérisation du domaine de recherche	38
1.1 Les jeux sérieux.....	38
1.1.1 Conception par le jeu et patrons de conception.....	41
1.1.2 Conception par l'activité sérieuse et motivation.....	42
1.1.3 Conception par les environnements d'apprentissage.....	46
1.1.4 Efficacité des jeux sérieux et adaptation	47
1.1.5 Conclusions	50
1.2 Les jeux pervasifs.....	51
1.3 Les jeux transmédia.....	57
1.4 Conclusions	60
2 Analyse de jeux et d'applications de médiation pervasives et transmédiées.....	64
2.1 Les jeux pervasifs de médiation dans un musée : le projet PLUG.....	64
2.1.1 Le jeu "Plug, les secrets du musée" (PSM).....	65
2.1.2 Le jeu "Plug, Université Paris Nuit" (PUPN).....	81
2.1.3 Conclusions	98
2.2 Des applications de médiation pervasive ou transmédia: les projets ARTSENSE, CULTE et Cartel	105
2.2.1 Le projet européen ARTSENSE.....	105
2.2.2 Le projet ANR CULTE	117
2.2.3 Le projet Cartel.....	126
2.2.4 Conclusions	132
3 Conclusions et problématique de thèse	136

3.1 Amener les visiteurs à d'intéresser aux objets.....	136
3.2 Equilibrer le jeu.....	138
3.3 Un jeu réutilisable	140
3.4 Une architecture souple et extensible.....	142
3.5 Bilan	142
3.6 Problématique de thèse.....	143
Partie 2 : Vers un jeu de visite équilibré	147
1 Définir l'expérience du visiteur-joueur.....	149
1.1 La dimension ludique	150
1.1.1 Le profil du joueur.....	150
1.1.2 L'expérience de jeu.....	162
1.1.3 L'expérience des jeux mobiles et pervasifs	179
1.1.4 Conclusions	186
1.2 La dimension non ludique	188
1.2.1 Le profil du visiteur.....	188
1.2.2 L'expérience de visite	198
1.2.3 Conclusions	203
1.3 Définition et formalisation de l'expérience du visiteur-joueur.....	207
1.4 Conclusions	219
2 Modélisation d'un jeu de visite équilibrable.....	225
2.1 Choix et présentation de la méthode	226
2.2 Etude de l'architecture logicielle d'un jeu de visite	230
2.2.1 Etude préliminaire	230
2.2.2 La capture des besoins fonctionnels.....	243
2.2.3 La capture des besoins non fonctionnels.....	252
2.2.4 Regroupement en catégories	256
2.2.5 Développement du modèle statique	258
2.2.6 Les études de cas dynamiques.....	262
2.2.7 L'architecture logicielle	302
2.2.8 Conclusions	306
3 Conclusions	308
Conclusion.....	311
1. Conclusion.....	312
1.1 Un jeu de visite pervasif, transmédia et multi-expériences.....	313

1.2 Un équilibre dynamique en fonction de l'expérience vécue	314
1.3 Les limites	317
2 Compléments et perspectives	321
Résumé	376
Résumé en anglais	376

Liste des tableaux

TABLEAU 1: PROFIL DES EQUIPES ET PROPRIETES ASSOCIEES A CHAQUE ETAT POUR LE JEU PUPN	93
TABLEAU 2: COMPARAISON DES DIFFERENTS PROFILS ETUDIES DANS LE CHAPITRE.....	159
TABLEAU 3 : TABLEAU DE CONCEPTION D'UNE EXPERIENCE DE JEU, ISSU DE [PEREIRA AND ROQUE, 2012]	172
TABLEAU 4 : SYNTHESE DES SOURCES DE L'EXPERIENCE DE JEU DECRITES DANS CE CHAPITRE	176
TABLEAU 5 : RAPPROCHEMENT DES PROFILS DE JOUEURS ET DES PROFILS DE VISITEURS DE [FALK, 2013]..	216
TABLEAU 6 : LISTE DES MESSAGES ENTRE LES DIFFERENTS ACTEURS DU JEU	242
TABLEAU 7 : LISTE DES ACTEURS ET DES MESSAGES PAR CAS D'UTILISATION.....	244
TABLEAU 8 : EXIGENCES NON FONCTIONNELLES DU CAS D'UTILISATION 1.....	353
TABLEAU 9 : EXIGENCES NON FONCTIONNELLES DU CAS D'UTILISATION 2.....	359
TABLEAU 10 : EXIGENCES NON FONCTIONNELLES DU CAS D'UTILISATION 3.....	365
TABLEAU 11 : EXIGENCES NON FONCTIONNELLES DU CAS D'UTILISATION 4.....	372

Liste des figures

FIGURE 1 : LES 12 MESURES PRIORITAIRES POUR LES 3/4 DES FRANÇAIS [EIDELMAN ET AL., 2017]	22
FIGURE 2 : LES DIFFERENTS ESPACES DE JEU [EKMAN ET AL., 2005]	52
FIGURE 3 : JOUEURS DEVANT LA MACHINE DE MARLY	66
FIGURE 4 : ECHANGE DE CARTES VIRTUELLES ENTRE JOUEURS.....	67
FIGURE 5 : DENOMINATION DES FAMILLES DU JEU "PLUG, LES SECRETS DU MUSEE"	68
FIGURE 6 : ENSEMBLE DES PROPOSITIONS DU JEU "PLUG, LES SECRETS DU MUSEE"	69
FIGURE 7 : ECHANGE ENTRE DEUX EQUIPES DU JEU "PLUG, LES SECRETS DU MUSEE".....	70
FIGURE 8 : ILLUSTRATION DES DONNEES PRESENTES DANS LE JEU PSM	71
FIGURE 9 : ORGANISATION DES DIFFERENTS CONSTITUANTS DU JEU PSM.....	75
FIGURE 10 : BOUCLE DES MISSIONS DE PSM	76
FIGURE 11 : MODELISATION DU JEU PSM DU POINT DE VUE DES JOUEURS.....	77
FIGURE 12 : ENCHAINEMENT DES QUETES ET DES PHASES A L'INTERIEUR DE CHAQUE QUETE.	82
FIGURE 13 : A GAUCHE, DETAIL DE L'ORDINATEUR IBM STRETCH; A DROITE,EXEMPLE DE QUESTION DE COMPREHENSION	83
FIGURE 14 : FIGURANTS INTERPRETANT L'INSPECTEUR DE POLICE ET LA DIRECTRICE DE L'UPN.....	85
FIGURE 15 : SCENES DU JEU : A GAUCHE, LA JOUTE, AU CENTRE ET A DROITE, L'EVALUATION FINALE	85
FIGURE 16 : TROIS NIVEAUX DE DIFFICULTES	86
FIGURE 17 : CAPTEURS BIO-METRIQUES	87
FIGURE 18 : IMAGES DU JEU : LOCALISATION; RECHERCHE D'OBJET, VALIDATION.....	87
FIGURE 19 : VUE GENERALE DES SERVICES DE L'INTERGICIEL UGASP [GRESSIER-SOUDAN ET AL., 2011].....	91
FIGURE 20 : MODELISATION DU JEU PLUG, UNIVERSITE PARIS NUIT.....	95
FIGURE 21 : UTILISATION DES ESPACES NON CONVENTIONNELS DU MUSEE ET DE PERSONNAGES NON JOUEURS POUR ADAPTER LE JEU A L'EXPERIENCE DU JOUEUR	96
FIGURE 22 : PRINCIPES DE LA REALITE AUGMENTEE ADAPTATIVE (PROJET ARTSENSE, WORKSHOP ISMAR'12)	107
FIGURE 23 : DECOMPOSITION HIERARCHIQUE DU LABORATOIRE DE LAVOISIER (EN HAUT),	109
FIGURE 24 : MODELE DE NARRATION DU PROJET ARTSENSE.....	111
FIGURE 25 : ARCHITECTURE FONCTIONNELLE SIMPLIFIEE DU PROJET EUROPEEN ARTSENSE	114
FIGURE 26 : REPARTITION DES DIFFERENTS MODULES SUR LES PLATEFORMES (SCHEMA ISSU DE [XU ET AL., 2011])	115
FIGURE 27 : PLAN DU MUSEE.....	119
FIGURE 28 : EXEMPLES D'INTERACTIONS AVEC LES ŒUVRES : A GAUCHE UN MINI-JEU, A DROITE UN DIALOGUE	119
FIGURE 29 : EXEMPLE D'ECRAN AVEC LES NOTIFICATIONS SUR LES JAUGES DE PROGRESSION	122
FIGURE 30 : EXEMPLES D'ECRAN DU PROJET CARTEL [KORNOBIS ET AL., 2017]	129
FIGURE 31 : ECRANS DE LA FONCTION "JEU" [KORNOBIS ET AL., 2017]	130

FIGURE 32 : EXEMPLE D'EXERCICE PROJECTIF [KORNOBIS ET AL., 2017]	131
FIGURE 33 : LE MODELE DE JOUEUR DE MUD SELON [BARTLE, 1996].....	154
FIGURE 34 : MODELE DE MOTIVATION DU JOUEUR [YEE, 2016]	156
FIGURE 35 : UTILISATION DU FLOW DANS LES JEUX (EXTRAIT DE LA THESE DE JENOVA CHEN, 2006)	163
FIGURE 36 : MODELE SCI [ERMI AND MÄYRÄ, 2005]	166
FIGURE 37 : EXPERIENCE ET EMOTION DANS LES JEUX SERIEUX : ENTRE EXPERIENCE POSITIVE ET SERIEUSE [MARSCH AND COSTELLO, 2012].....	168
FIGURE 38 : REPRESENTATION DE L'EXPERIENCE DU JOUEUR SELON [VAN VUGHT ET AL., 2012].....	174
FIGURE 39 : HIERARCHISATION DES NIVEAUX D'EXPERIENCES	177
FIGURE 40 : MODELE DE L'EXPERIENCE DE JEU CONTEXTUELLE [ENGL AND NACKE, 2013]	181
FIGURE 41 : COMPOSANTES INTERNES ET EXTERNES CONSTRUISANT L'EXPERIENCE DU JOUEUR [ENGL AND NACKE, 2013]	187
FIGURE 42 : EXEMPLE D'ENTRETIEN RSS (IMAGES ET LEGENDE ISSUES DE [SCHMITT AND MEYER-CHEMENSKA, 2014]) (PHOTO DANIEL SCHMITT).....	193
FIGURE 43 : EXEMPLE DE PERSONA DU PROJET EUROPEEN CHESS [ROUSSOU ET AL., 2013]	194
FIGURE 44 : MODELISATION DES SOURCES DU COMPORTEMENT D'UN APPRENANT	204
FIGURE 45 : MODELE DE L'EXPERIENCE D'UN VISITEUR-JOUEUR	213
FIGURE 46: NOTIONS DE MOTIVATIONS ELEMENTAIRES, TENDANCES MAJEURES ET MOTIVATION PRINCIPALE	223
FIGURE 47 : TETRADE : MODELISATION DU JEU [SCHELL, 2010].....	228
FIGURE 48 : NIVEAUX D'ABSTRACTION DU PROCESSUS EN Y.....	229
FIGURE 49 : PRESENTATION DE LA LOGIQUE TRANSMEDIA DANS LAQUELLE S'INSERE LE JEU DE VISITE (OU JEU IN SITU).....	235
FIGURE 50 : SCHEMA DE CONTEXTE DYNAMIQUE DU JEU DE VISITE DANS UN MUSEE	243
FIGURE 51 : MODELE ISSU DE LA CAPTURE DES BESOINS FONCTIONNELS	251
FIGURE 52 : PLATEAU DE JEU DE FIGURINES DISNEY INFINITY	255
FIGURE 53 : DIAGRAMME DES CATEGORIES POUR UN JEU DE VISITE.....	258
FIGURE 54 : DIAGRAMME DES CLASSES CANDIDATES DU MODELE STATIQUE.....	261
FIGURE 55 : DIAGRAMME DE SEQUENCE D'UN EXEMPLE DE PROCESSUS DE RECOMMANDATION POUR LE SCENARIO SN1.....	268
FIGURE 56 : DIAGRAMME DE CLASSE DU PROCESSUS DE RECOMMANDATION POUR LE SCENARIO SN1.....	269
FIGURE 57 : DIAGRAMME DE SEQUENCES DU TRAÇAGE ET ELABORATION DE L'EXPERIENCE VECUE PAR LE VISITEUR-JOUEUR	273
FIGURE 58 : DIAGRAMME DE CLASSES COMPLET DU SCENARIO SN1 DE RECOMMANDATION ET EVALUATION DE L'EXPERIENCE.....	274
FIGURE 59 : MODELISATION DES MISSIONS ISSUE DU MODELE STATIQUE	277
FIGURE 60 : A GAUCHE : VIS D'ARCHIMEDE DU PARC DES ENERGIES RENOUVELABLE D'EDF,.....	280
FIGURE 61 : DIAGRAMME DE SEQUENCE POUR LA REALISATION D'UN OBJECTIF.....	287

FIGURE 62 : DIAGRAMME DE CLASSES POUR UNE MISSION DE JEU DE VISITE ADAPTABLE	288
FIGURE 63 : LOUVRE : SALLE DE LA JOCONDE	292
FIGURE 64 : DIAGRAMME DE CLASSES POUR LE PRONOSTIC D'EXPERIENCE D'UNE MISSION	294
FIGURE 65 : DIAGRAMME DE SEQUENCE DE L'EQUILIBRAGE (PARTIE GAUCHE)	300
FIGURE 66 : DIAGRAMME DE CLASSE COMPLET	301
FIGURE 67 : DIFFERENTES TEMPORALITES AU SEIN DU SYSTEME D'INFORMATIONS	306
FIGURE 68 : PYRAMIDE DU SYSTEME D'INFORMATION DU JEU DE VISITE	323
FIGURE 69 : DIAGRAMME D'ACTIVITE DU CAS D'UTILISATION 1	354
FIGURE 70 : DIAGRAMME DE SEQUENCE DU CAS D'UTILISATION 1	355
FIGURE 71 : DIAGRAMME DES CLASSES PARTICIPANTES AU CAS D'UTILISATION 1	357
FIGURE 72 : DIAGRAMME D'ACTIVITES DU CAS D'UTILISATION 2	360
FIGURE 73 : DIAGRAMME DES CLASSES PARTICIPANTES AU CAS D'UTILISATION 2	362
FIGURE 74: DIAGRAMME D'ACTIVITE DU CAS D'UTILISATION 3	366
FIGURE 75 : DIAGRAMME DE SEQUENCE DU CAS D'UTILISATION 3	367
FIGURE 76 : DIAGRAMME DES CLASSES PARTICIPANTES AU CAS D'USAGE 3	371
FIGURE 77 : DIAGRAMME DE SEQUENCE DU CAS D'UTILISATION 4	373
FIGURE 78 : DIAGRAMME DE CLASSES DU CAS D'UTILISATION 4	374

Liste des annexes

ANNEXE 1 CAPTURE DES BESOINS FONCTIONNELS	350
---	-----

Glossaire

2TUP :	2 Track Unified Process. Méthode de modélisation utilisant l'analyse selon 2 branches
A ² R :	Adaptative Augmented Reality : Réalité Augmentée Adaptative
ANR :	Agence Nationale de la Recherche
ARG :	Alternate Reality Game : jeu en réalité alternée
BD :	Base de Données
BPMN :	Business Process Model and Notation. Notation et Modélisation orientée processus
CEDRIC :	Centre d'Etude et de Recherche en Informatique et Communication. Laboratoire de recherche du Cnam
CHESS :	Cultural Heritage Experiences through Socio-personal interactions and Storytelling, projet européen
CREDOC :	Centre de Recherche pour l'Etude et l'Observation des Conditions de vie
CULTE :	Cultural Urban Learning Transmedia Experience, projet ANR
DGP :	Direction Générale des Patrimoines
DM :	Distributed Memory : mémoire distribuée
ECG :	EletroCardioGramme
eLearning :	apprentissage en ligne
ENST :	Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications
FACT :	Foundation for Art and Creative Technology : Fondation pour l'Art et les Technologies Creatives
FFM :	Five Factors Model : modèle psychologique (cf OCEAN)
FUGA :	FUn of GAming : l'amusement du jeu (traduction de l'auteure)
FUI :	Fonds Unique Interministériel
FZI :	Forschungszentrum Informatik
GALA :	GAme and Learning Alliance
GEQ :	Game Experience Questionnaire : Questionnaire sur l'Expérience de jeu
GPS :	Global Positioning System : Système de Positionnement Global
GQM :	Goal/Question/Metrics : But/Question/Métriques (traduction de l'auteure)
HTML :	HyperText Markup Language : Langage de balise hypertext. Langage de création des pages internet

ICOM : International Commission of Museum : Commission Internationale des Musées

INT : Institut National des Télécommunications

IMS-LD : Instructional Management System - Learning Design : Système de gestion d'instructions - Conception d'apprentissage (traduction de l'auteure)

IOSB : Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung

iPerG : integrated project on Pervasive Gaming. Projet européen FP6 sur les jeux pervasifs

L3I : Laboratoire Informatique, Image et Interaction. Laboratoire de l'Université de La Rochelle

LJMU : Liverpool John Moores University

MdJ : Maître du Jeu

MMORPG : Massive Multiplayer Online Role Playing Game : Jeu de rôle en ligne massivement multi-joueurs

MNAD : Museo Nacional de Artes Decorativas, : Musée National des Arts Décoratifs espagnol

MOOC : Massive Open Online Courses : Cours en ligne ouvert à tous

MQG-JC : Musée du Quai Branly - Jacques Chirac

MUD : Multi-User Dunjeon : jeu de Donjon Multi-joueur

NFC : Near Field Contact : à lecture proche

OCEAN : Ouvert, Conscientieux, Extraverti, Agréable, Névrosé : modèle psychologique, appelé aussi FFM

ONISEP : Office National d'Information Sur les Enseignements et les Professions

PDA : Personal Digital Assistant : assistant personnel numérique

PGFM : Pervasive Game Flow Model

PLB : Point, Leaderboard, Badge : système de récompenses pour les jeux fondée sur l'acquisition de points, de badges et de classements sur un tableau d'honneur.

PLUG : "PLay Ubiquitous Game and play more" : projet RIAM de recherche sur les jeux ubiquitaires grâce aux technologies NFC

PNJ : Personnage Non Joueur

PoI : Point d'Intérêt

PSM : "PLUG, les Secret du Musée", jeu pervasif élaboré durant le projet PLUG

PUPN : "PLUG, Université Paris Nuit", second jeu pervasif créé durant le projet PLUG

QRCode : Quick Response Code : code de réponse rapide (traduction de l'auteure). code barre en deux dimensions contenant une information.

RDID : Radio-Fréquence Identifier : identification par radio fréquences

RSN : Réseaux Sociaux Numériques

SELL : Syndicat des Editeurs de Logiciels de Loisir

SempIA : Système Embarqué et Mobiles Pour l'Intelligence Ambiante. Equipe du laboratoire CEDRIC

SIM : Subscriber Identification Module : Module d'Identification du souscrivant

SOA : Service Oriented Architecture : architecture orientée service

uGasp : Ubiquitous Gaming Services Platform : plateforme de services de jeux ubiquitaires, conçue par Romain Pellerin durant sa thèse [Pellerin, 2009]

UML : Unified Modeling Language

UPVLC : Université Polytechnique de Valence

UX : User eXperience : eXpérience Utilisateur

UX Design : User eXperience Design : conception de l'eXperience Utilisateur

VT : Volet Transmedia

Introduction : Propositions pour une médiation ludique pour les musées du XXIème siècle

Les missions des musées sont définies par la Commission internationale des Musées (ICOM, International Commission of Museum) et, plus précisément, en France, par l'Article L410-1 du Code du Patrimoine. Leur rôle est de conserver et présenter une collection " organisée en vue de la connaissance, de l'éducation et du plaisir du public. ". La valorisation des collections auprès du public est donc l'objectif majeur de ces institutions. Mais quel est ce public ?

Le récent rapport de la mission "Musées du XXIème siècle" [Eidelman et al., 2017] indique que 44 % des français ont visité un musée au moins une fois dans l'année, et que 88% d'entre eux estiment qu'une visite de musée est la sortie culturelle par excellence. Appelés à définir quelles seraient les priorités pour le musée de demain, les Français ont notamment répondu par : une plus large ouverture aux jeunes générations, une adaptation du discours à tous les profils de public, présenter les œuvres de façon plus originale et, plus étonnamment, proposer plus d'outils numériques (cf Figure 1)

source : enquête CREDOC pour la mission Musée du 21ème siècle, novembre 2016

"Diffusion non autorisée"

http://www.culture.gouv.fr/var/culture/storage/pub/musees21_vol1/index.htm#/19

Figure 1 : Les 12 mesures prioritaires pour les 3/4 des Français [Eidelman et al., 2017]

Les musées et le numérique

Il paraît surprenant, en effet, que les français demandent plus de dispositifs numériques alors que ces derniers existent depuis plus de 20 ans dans le monde de la culture. Dans son article "Les multimédias de musée, une innovation en cours" [Davallon, 1999], Jean Davallon, affirme même que le musée est "partie prenante du processus d'innovation", non pas pour innover dans le domaine technique mais pour innover dans le domaine culturel en utilisant les nouveaux produits techniques. Ainsi, au moment de sa réouverture, le Musée des arts et métiers avait été précurseur en possédant, en France, la première base de données informatisées des collections et en proposant au sein de son exposition permanente des dispositifs numériques de médiation. A l'époque de son article, Jean Davallon s'interrogeait sur l'avenir des technologies qu'étaient les CD-roms et Internet pour les musées. Selon lui, l'un et l'autre n'en étaient alors qu'au stade transitoire de l'"objet-valise" c'est à dire, d'après la classification définie par Flichy [Flichy, 1995], qu'ils synthétisaient plusieurs courants techniques mais étaient toujours porteurs de beaucoup d'utopies. En 1999, la finalité technique des CD-rom et des sites internet était atteinte, mais pas leurs finalités culturelles. La suite confirma son point de vue puisque les innovations technologiques suivantes condamneront le CD-Rom tandis que l'Internet, immatériel, saura s'adapter aux multiples changements.

Depuis, de nombreux autres outils sont apparus. Avec l'arrivée de plateformes permettant une plus grande capacité de stockage, une grande diversité de média et une meilleure connectivité tout en maintenant la mobilité, les musées ont repositionné leurs offres. Les audioguides sont devenus guide multimédia pour aider à la visite *in situ* et donner des compléments d'informations. La Cité de l'architecture proposa ainsi l'un des premiers guides multimédia sur PDA² lors de sa réouverture en 2007³. Depuis l'arrivée du smartphone, ils sont complétés, voire remplacés, par les applications téléchargeables qui éclosent à chaque nouvelle exposition et se connectent de plus en plus souvent directement aux réseaux sociaux. Les médiateurs ont laissé les photographies et autres photocopies dans leurs tiroirs et ont enrichi

² PDA : Personal Digital Assistant ou Assistant personnel numérique. Dispositif matériel portable qui avait la fonction unique d'assistant numérique (gestion de l'agenda, prise de notes, calculatrice).

³ <https://leden.wordpress.com/2008/02/01/la-cite-de-larchitecture-et-du-patrimoine-une-cite-multimedia/>, consulté le 17 septembre 2018

leurs visites d'albums beaucoup plus fournis de photographies hautes définitions disponibles sur leurs tablettes. Des dispositifs interactifs fixes, accompagnant la visite au sein de l'exposition permanente, ont fleuri dans les musées, et plus largement dans les institutions patrimoniales, utilisant les différents média disponibles, voire la réalité augmentée, comme à l'abbaye de Cluny dès 2008 [Père and Coulais, 2010]. Les musées continuent donc à innover, en adoptant très tôt, dès leur stabilité technique, de nouveaux produits pour en définir de nouveaux usages.

Les sites internet de ces institutions sont quant à eux devenus incontournables : le rapport de la mission "Musées du XXIème siècle" indique que les 3/4 des visiteurs utilisent ses facilités [Eidelman et al., 2017]. Ils se sont étoffés pour mettre en valeur le musée mais aussi permettre de préparer sa visite en amont et, en aval de se documenter de façon approfondie sur les œuvres des collections. Le rapport du CREDOC (Centre de Recherche pour l'Etude et l'Observation des Conditions de vie) paru en mars 2016 précise cependant qu'en 2014, c'était majoritairement les usages pratiques (informations d'accès, achat de billets) qui étaient la finalité d'accès aux sites [Bigot et al., 2016]. Les accès aux contenus culturels proposés ne représentaient que 17% du nombre total d'accès aux sites et sont principalement effectués par les seniors, tandis que les plus jeunes, eux, interagissaient plus particulièrement pour les informations pratiques.

Au début des années 2000, les professionnels des musées s'interrogeaient sur la capacité des CD-Rom et des sites internet à détourner le public du musée en lui permettant de consommer chez lui [Davallon, 1999]. L'objectif maintenant est au contraire d'utiliser le numérique pour concevoir de nouveaux usages permettant d'attirer plus de public dans les musées. Mais d'après certains, il est devenu peu à peu un argument commercial pour "vendre" l'exposition, au détriment de la mission première des musées [Schmitt and Meyer-Chemenska, 2015]. En devenant des terrains d'expérimentation pour des procédés toujours plus nouveaux, les musées empêcheraient finalement l'acculturation des visiteurs à de nouveaux usages. En devenant argument de visite et non pas simple outil, le numérique gênerait la médiation au sein de l'exposition par l'apprentissage renouvelé de nouvelles interactions. C'est par exemple le sentiment que peut donner le Centre international de l'art pariétal Lascaux 4. La muséographie

a pris le parti de séparer la visite du centre en deux séquences séparées. La première est la visite de la réplique de la grotte, la seconde est un très grand espace, à la sortie de cette dernière, appelé l'"Atelier", où les peintures pariétales sont de nouveau reproduites mais où le visiteur peut s'attarder à loisir sur l'étude des peintures. Ce séquençement ne gêne pas, en soi. Il permet de répondre dans des conditions agréables à toutes les interrogations des visiteurs sans, finalement, créer de frustrations. Les visiteurs sont équipés dès le début de la première séquence d'une tablette et d'écouteurs non invasifs (position haute). Cet appareillage leur permet d'écouter confortablement le guide lors de la visite de la grotte alors qu'aucune interactivité n'est possible, puis d'en apprendre plus sur les peintures, leurs techniques, leurs destinations, dans la pièce appelée "Atelier". Cependant, dans l'Atelier, les procédés d'accès aux contenus via la tablette changent selon les discours proposés. Le visiteur est donc principalement accaparé à comprendre comment fonctionne sa tablette, quelles sont les nouvelles interactions possibles pour accéder au contenu, sans pouvoir se concentrer sur ces derniers. Les seniors, quant à eux, sont tout à fait perdus. Une médiation humaine existe pour aider à la prise en main mais les visiteurs, par pudeur ?, font finalement peu appel à elle.

Les offres numériques en milieu muséal existent donc bien déjà et depuis longtemps. Alors pourquoi les français demandent-ils plus d'outils numériques ? Peut être parce que les offres ne sont pas assez généralisées dans les musées. Elles existent dans les musées qui peuvent s'offrir le coût d'un développement et d'une maintenance de ces applications. Mais dans les musées aux budgets plus serrés, il n'est pas toujours possible d'assumer ce coût. Peut être existe-t-il encore au sein d'un certain nombre de musées de professionnels ayant une réticence à faire entrer le numérique dans l'enceinte des musées. Elle disparaît toutefois, tant le numérique fait partie de notre quotidien. Une troisième explication possible est que l'offre numérique proposée n'est pas assez variée. Beaucoup en effet reprennent le format de l'ancien audioguide, sans innover particulièrement dans l'interface ou la proposition de contenu. Leur but reste identique aux anciens systèmes de médiation et ils sont donc à destination des mêmes publics.

Des offres pour les jeunes générations

Adapter l'offre au public semble nécessaire, notamment, d'après le rapport "Musée du

XXIème siècle", pour la jeune génération. Mais pour pouvoir concevoir une offre spécifique à ce créneau d'âge (moins de 25 ans), il faut connaître ce public spécifique et notamment, son rapport au patrimoine.

Le rapport des jeunes générations au patrimoine

Les jeunes ne se désintéressent pas du patrimoine puisque 2 jeunes de moins de 25 ans sur 3 ont effectué une visite dans un site patrimonial durant l'année 2014, même si moins de la moitié d'entre eux a visité un musée ou une exposition [Bigot et al., 2016]. Le musée attire donc mais occasionnellement. Quels sont les freins à leurs visites ?

Une première raison est que les jeunes entre 7 et 19 ans peuvent cumuler jusqu'à 4 activités de loisirs, par jour, 9 de façon hebdomadaire [Vincent Gérard, 2016]. La télévision est toujours leur activité favorite (92% de citations pour une utilisation hebdomadaire), suivie de très près par les vidéos, les amis, la musique/radio (environ 87%), puis par internet, les applications ou le sport (84%), les jeux vidéo arrivant en 8ème position (66%). Nous pouvons noter que ces activités sont essentiellement des activités de proximité, pouvant être effectuées dans la sphère familiale ou non loin de celle-ci.

L'éloignement des musées peut donc être un second obstacle à la visite. Pourtant, 3 visites sur 5 de sites patrimoniaux s'effectuent en dehors de la région de résidence. Mais les musées et les expositions semblent être perçus comme des sorties de proximité. En effet, 58% des visites des sites historiques sont hors de leur région, tandis que 50% des visiteurs de musées ou d'expositions sont restés dans leur région [Bigot et al., 2012]. Et une étude réalisée par le Dallas Museum of Art montre clairement la corrélation entre la proximité des visiteurs et le nombre de visites [Stein, 2014].

L'indisponibilité des adultes apparaît comme un troisième frein probable à la fréquentation des sites patrimoniaux en général et les musées en particulier par les jeunes. Et c'est d'autant plus vrai que les sites sont éloignés du domicile. Or, les proches (parents, collègues, amis)

sont les principaux prescripteurs de nouveaux contenus culturels pour les jeunes de 15 à 18 ans, devant les sites internet ou les réseaux sociaux (.93% contre 87% et 83%) [Atelier BNP Paribas, 2012]. Plus précisément, les moins de 30 ans considèrent que c'est la famille et l'école qui contribuent le plus à leur culture concernant les visites liées au patrimoine (resp. 75% et 69% de citations), alors que les médias et les amis ne sont cités qu'une fois sur 2 [Opinionway, 2016]. La famille, les amis et les collègues influencent donc fortement les visites des jeunes et on voit combien la familiarité des proches avec l'institution culturelle favorisera la familiarité du plus jeune. Or, il existe une forte corrélation entre le niveau culturel et économique des visiteurs et la fréquence de visite. Le clivage est d'autant plus grand qu'il s'agit d'une visite de musée. Plus des 3/4 des personnes ayant au moins une licence fréquente les musées, alors que seulement 1/4 des détenteurs de BAC ou d'aucun diplôme visite ces institutions [Bigot et al., 2012], même si l'écart semble se restreindre [Bigot et al., 2016]. La visite scolaire, qui familiarise tous les jeunes publics, sans conditions d'origine ni de revenus, aux institutions culturelles, semble donc une réelle opportunité d'ouverture vers tous les publics. Elles sont cependant à double tranchant. Elles favorisent certes le contact avec l'institution mais n'en donnent finalement pas "le goût" [Octobre, 2008]. Au contraire, elles créeraient une corrélation entre visite de musée et contexte scolaire [Octobre, 2009], qui finalement produirait un "désamour croissant" entre le jeune public et les musées [Octobre, 2008]. Cette association musée-école est renforcée par le discours "top-down" du musée qui s'érige en temple du savoir et le transmet par des moyens finalement assez scolaires. Si le rapport de la mission "Musée du XXIème siècle" confirme que le musée est et doit demeurer "un lieu de savoir, de connaissance", il insiste sur le fait qu'il ne doit pas être "une annexe de l'Ecole". Sans doute ce désamour peut-il expliquer que certains ne se reconnaissent pas dans les musées et donc, ne s'y déplacent pas [Eidelman et al., 2017]. Mais ils n'incitent pas non plus leurs enfants ou leurs proches à y aller.

Il existe donc plusieurs freins possibles à la venue des jeunes dans les musées. Le nombre et l'attractivité des autres activités hebdomadaires est la première, ainsi que la proximité des établissements muséaux. Mais les musées auraient tort de négliger l'influence de la famille sur les choix et la fréquence de visite des jeunes publics. Vouloir inciter un jeune à venir plus souvent implique également d'attirer ses prescripteurs. Si le musée ne peut pas influencer sur la disponibilité des adultes, il peut cependant modifier son pouvoir attractif sur ces

derniers en proposant des activités plus à leur goût et au niveau d'éducation de chacun. Il doit par ailleurs se dissocier du milieu scolaire, non pas en diminuant le nombre de visites scolaires, qui sont de réelles opportunités de découvertes, mais en proposant des offres qui se différencient des offres scolaires. Il doit donc repenser son offre à la fois pour les jeunes générations, comme le souligne le rapport de la mission "Musée du XXIème siècle", mais également pour ceux qui les conseillent et les accompagnent.

Les activités préférées des jeunes générations

Qu'est-ce qui possède un fort pouvoir attractif sur les adolescents et jeunes adultes ? Quelles sont leurs principales activités de loisirs ? S'intéressent-ils au patrimoine depuis chez eux ? Les musées sont nombreux à proposer des sites internet fournissant des contenus culturels sur leurs collections. Le public jeune et d'adolescent ont alors tout loisir de consulter ces informations depuis leur sphère familiale mais moins d'une personne sur deux de moins de 25 ans le fait [Bigot et al., 2016]. Lorsqu'ils naviguent sur Internet, les moins de 25 ans vont y rechercher des informations sur une exposition ou des renseignements pratiques (tarifs, horaires). Ils communiquent également peu cette expérience sur les réseaux sociaux ou les forums (11%) [Bigot et al., 2016] alors que les 3/4 des 12-17 ans et la quasi-totalité des 18-24 ans pratiquent les réseaux sociaux [Holbain et al., 2016] Leur peu d'appétence pour le patrimoine n'est donc pas uniquement due à l'éloignement des sites patrimoniaux mais semble surtout liée au manque d'attrait de ceux-ci et à une expérience vécue quelconque. Comment les attirer vers les musées ?

Comme le signalent [Schmitt and Meyer-Chemenska, 2015], la technologie possède un fort pouvoir d'attractivité. Lorsque le Louvre a remplacé son audioguide par une Nintendo DS 3D pour profiter du double écran, de l'interface ergonomique et des possibilités de géolocalisation, il a constaté l'arrivée de trois nouveaux groupes de public : les adolescents 15-17 ans (15% des utilisateurs), les jeunes adultes étrangers de 18 à 25 ans avec un capital technologique et culturel important (21%) et les technophiles non connaisseurs en art (17%), soit un total de 53% des utilisateurs de la Nintendo DS 3D [Krebs and Alfandari, 2013]. Les premiers souhaitaient utiliser la DS pour découvrir le musée pour la première fois, les seconds avaient pour objectif d'approfondir leurs connaissances de façon ludique et technologique. Les

troisièmes pensaient utiliser la DS pour s'orienter dans le musée et avoir des explications sur les collections. Des trois nouveaux publics, les jeunes adeptes des technologies et connaisseurs d'art furent ceux qui ont le plus apprécié la DS. Ils ont utilisé toutes ses fonctionnalités. Les moins heureux furent les plus jeunes qui ne furent "pas du tout satisfait" des commentaires audio, de la durée et de l'orientation de la DS. Ils ont rendu la console au cours de la visite. La technologie a eut assez d'attrait pour les faire tenter l'expérience mais le contenu proposé ne correspondait pas du tout à leurs attentes. Qu'attendaient-ils? Un discours au ton plus amusant ? Un contenu moins didactique ? Un jeu à cause de la console ou tout du moins quelques chose de plus ludique ? Les résultats de l'étude ne nous le disent pas. L'outil technologique que représente la Nintendo DS 3D a finalement contenté ceux qui possédaient un capital technique et culturel de départ qu'ils ont pu enrichir. Pour les autres, ceux qui n'avaient pas une connaissance culturelle initiale, l'outil s'est avéré décevant. Il semble donc que le contenu culturel proposé demandait un niveau initial assez élevé pour être apprécié. La technologie pour elle-même ne suffit pas pour satisfaire le jeune visiteur. Le contenu doit être adapté à ses attentes.

Pour essayer de cerner ce qu'elles sont, il peut être utile de s'intéresser à leurs activités favorites. Nous l'avons vu, la télévision est toujours l'activité de loisir principale, devant internet, les amis ou la musique [Vincent Gérard, 2016]. Mais ce n'est pas parce qu'une activité occupe une place importante dans leur quotidien qu'elle est celle qui est la plus appréciée. Une activité peu présente peut procurer beaucoup plus de satisfaction que d'autres plus régulières. Ainsi, les activités qu'ils préfèrent sont "voir des amis" pour les années "primaire" et "post-collège" et "jouer aux jeux vidéo, sur internet ou échanger avec des amis" pour les années collèges (11-16 ans). Ces trois activités vont d'ailleurs ensemble : jouer en réseau sur internet avec des amis permet de discuter avec eux au sein des forums intégrés dans les jeux. L'importance de la place des jeux dans l'univers des adolescents et des jeunes adultes de moins de 25 est corroborée par des études du SELL (Syndicat des Editeurs de Logiciels de Loisir). En 2016, les jeunes de 10 à 29 ans achètent plus de jeux vidéo que de livres, de vidéos ou de musique [SELL, 2016]. Et si les jeunes ne jouent pas régulièrement, tous jouent de temps en temps : en 2015, tous les 10-14 ans jouent au moins occasionnellement, 91% des 15-18 ans et 89% des 18-24 ans [SELL, 2015].

Mais ces études montrent également que les jeunes ne sont pas les seuls à jouer. La moyenne d'âge des joueurs réguliers est de 35 ans et plus d'un français sur 2 se dit joueur régulier [SELL, 2016], alors que les 3/4 de la population se dit joueur ou joueuse occasionnel-le [SELL, 2015]. Plus surprenant, plus de la moitié des parents jouent avec leurs enfants (57%), souvent, à la demande de ces derniers et occasionnellement. C'est pour eux une opportunité de partager une activité ensemble [SELL, 2016]. Le jeu vidéo n'est plus vu comme une activité néfaste : plus de 3 personnes sur 5 jugent qu'il est une nouvelle forme de culture [SELL, 2015]. D'ailleurs, l'étude réalisée pour Hadopi déclare qu'en 2014, le jeu vidéo est devenu la seconde pratique culturelle des français de plus de 15 ans derrière le livre [Berger and Lafourcade, 2014].

Le jeu comme nouvelle offre culturelle dans les musées ?

La proposition n'est pas nouvelle. Des livrets découvertes(?) des musées sous forme d'enquête policière ou d'autres jeux ludiques existent depuis longtemps dans les musées⁴. Cependant, leur format les adresse plus aux jeunes enfants (6-10 ans) plutôt qu'aux adolescents et très rarement aux adultes. Pour un public plus large, le jeu en mobilité, sur un smartphone ou une plateforme dédiée et prêtée, convient mieux. Il devient alors une plateforme possible pour la transmission culturelle avec, en plus, le pouvoir d'attraction de la technologie numérique et un public composé des jeunes mais également de leurs parents. Ces jeux en mobilité peuvent constituer une incitation au déplacement vers le musée, pour les prescripteurs des jeunes générations, et donc faciliter la venue des jeunes eux-mêmes. Ils permettent de créer un moment de complicité entre enfants et parents, de partager ensemble une expérience. Des offres existent déjà au sein de musées⁵. Certains sont construits à partir d'une application mère qui est ensuite personnalisée pour le musée (Furet Company⁶, Guidigo⁷). D'autres, comme le Smithsonian, préfèrent faire construire un jeu sur mesure (jeu "Ghost Of Chance" [Goodlander, 2009], "Via Mineralia" [Heumer et al., 2007]). Les uns comme les autres constituent une nouvelle offre de médiation, différente de la traditionnelle visite guidée ou de l'audioguide.

⁴ <https://www.arts-et-metiers.net/musee/enquete-jeu-voyage-dun-monde-lautre-4-6-ans-et-leurs-parents>
<http://www.musee-armee.fr/collections/documentation-en-ligne/livrets-jeux.html>

<https://www.musees.strasbourg.eu/visites-avec-enfant>, tous consultés le 17 septembre 2018

⁵ <http://www.club-innovation-culture.fr/dossier-patrimoine-gamification/>, consulté le 17 septembre 2018

⁶ <http://www.furetcompany.com/site/les-solutions-culture-et-tourisme/>, consulté le 17 septembre 2018

⁷ <https://www.guidigo.com/interactivity-gaming>, consulté le 17 septembre 2018

Ces jeux en mobilité s'appuient souvent sur une connectivité omniprésente. Elle permet alors au joueur de rester en lien avec ses amis, d'accéder à toute information qui lui est nécessaire à un moment donné, de prendre des notes. Cette attitude favorise la confrontation des informations institutionnelles aux conseils de ses relations et redistribue les cartes de l'autorité. L'institution n'est plus la seule à détenir le savoir mais les amis possèdent également leur savoir, qui a tout autant d'importance que celui de l'institution. Le jeu peut donc être pour le musée une tentative de désacralisation. Proposer au public de visiter en jouant participe également à cette évolution de la relation avec le musée. Le musée n'est plus cette institution sérieuse et scolaire. Il devient un lieu d'amusement où la relation traditionnelle descendante de la connaissance distillée de l'institution vers le visiteur est transformée en une relation plus horizontale, grâce à la connaissance apportée aussi par les pairs. Cependant, ne nous trompons pas, le visiteur accorde toujours au musée l'obligation de véracité scientifique. D'après Sophie Deshayes et Joëlle le Marec, les visiteurs ont un "goût du savoir et de la médiation". Ils viennent au musée pour leur loisir et aussi pour apprendre, dans cet espace où le "temps est suspendu" [Deshayes and Le Marec, 2014]. Quoiqu'il en soit, il existe un véritable contrat tacite entre l'institution et les visiteurs, à qui est destiné ce jeu sérieux : proposer un outil de visite ludique ne dispense pas de s'appuyer sur une connaissance rigoureuse et exacte [Deshayes and Le Marec, 2014], [Schmitt and Meyer-Chemenska, 2015]. Mais là où auparavant n'étaient proposés que la visite guidée ou l'audioguide à un public plutôt studieux et attentif, se développe maintenant une nouvelle gamme de produits, plus distrayants et à destination d'un public peut être plus actif.

L'autre avantage d'un jeu dans un musée est sa capacité à raconter une histoire. La narration embarquée dans le jeu permet d'intégrer naturellement des contenus extrêmement riches qui peuvent élargir la médiation au delà de la présentation stricte des œuvres rencontrées. En 2012, la Direction Générale des Patrimoines s'est intéressée aux comportements des français en lien avec les visites culturelles. L'enquête réalisée a établi que les sites n'étaient pas tous appréciés de la même façon [Bigot et al., 2012]. Elle montre que les visiteurs, tous âges confondus, plébiscitent plutôt les établissements en lien avec l'Histoire, comme les monuments religieux, militaires, les sites, musées ou expositions d'histoire ou d'archéologie, les villes ou pays d'art et d'histoire (55% des visites). Mais si nous regardons l'étude en

fonction des catégories d'âge, nous constatons que :

- les moins de 25 ans sont moins attirés par les visites culturelles que les autres,
- mais que s'ils ne font qu'une visite, ils préfèrent les établissements liés à l'aspect sociétal du patrimoine, comme les bâtiments, expositions, musées en lien avec l'architecture civile et contemporaine, interne ou externe aux bâtiments, les maisons d'homme et de femme illustres; des sites industriels, des musées et expositions d'histoire naturelle, de science, de technique et d'industrie, de sociétés et civilisations [Bigot et al., 2012].

Ils préfèrent ce qui les touche de près (architecture), ce qui les questionne dans leur vie de tous les jours (hommes et femmes illustres, sciences et techniques, industrie, histoire naturelle, société et civilisation). Développer des contenus historiques ou scientifiques à propos d'objets d'art peut aider à séduire les jeunes publics et leurs parents et à les intéresser aux œuvres rencontrées. Un jeu, dont la narration campe le décor, justifie les quêtes et les problèmes posés, offre beaucoup plus d'opportunités de développer naturellement ces thématiques parallèles. C'est d'autant plus intéressant pour ces musées que les objets y sont souvent décontextualisés et donc plus difficile à apprécier et qu'ils constituent d'excellent supports pour l'aventure et l'exploration [Bellotti et al., 2012].

Le jeu en mobilité dans un musée, qui apporterait du contenu sur les œuvres rencontrées, apparaît donc comme un nouvel outil de médiation, attractif pour les plus jeunes et leurs proches. Il représente une réponse adaptée à la fois à la demande d'offre culturelle pour les plus jeunes et à l'augmentation d'outils numériques au sein du musée. Son fort pouvoir de motivation, le plaisir procuré lorsque l'on joue répond également au souhait de la mission "Musée du 21ème siècle" de "ré-enchanter l'expérience muséale" en passant par l' "émotion, la curiosité et l'émerveillement" [Eidelman et al., 2017]. Comme le rappellent les chercheurs du projet européen GALA (GAME and Learning Alliance)⁸, les bons jeux "augmentent les sensations des joueurs dans des situations immersives en leur fournissant des contextes concrets et attirants dans lesquels les joueurs peuvent être concrètement impliqués" [Bellotti et al., 2012].

⁸ http://cordis.europa.eu/project/rcn/96789_en.html

Les particularités des jeux pour une médiation dans un musée

Il existe trois écueils à la conception de ce type de jeux. Le premier est son coût [Lim et al., 2013]. Il est onéreux de produire un jeu sérieux car il impose de réunir des professionnels de différents horizons : ceux de la thématique développée au sein du jeu, ceux de la conception et du développement technique du jeu et, des spécialistes de la médiation. Faire dialoguer ces personnes venant d'horizons différents et qui n'ont pas l'habitude de travailler ensemble n'est pas chose aisée. Cela demande du temps, le temps pour chacun de s'approprier le langage et le point de vue de l'autre [Marne, 2014], [Bernard and Yessad, 2014]. Le coût d'un jeu sérieux pour un musée est aussi lié à sa très faible rentabilité. Ces jeux sont rarement conçus pour être rejouables ou réutilisables. Un jeu est dit rejouable lorsqu'il peut être rejoué plusieurs fois sans que l'intérêt ne s'émousse (point de vue du joueur) ou sans que la session précédente ne vienne compromettre la suivante (point de vue des éditeurs) [Hansen et al., 2013]. Un jeu est dit réutilisable lorsqu'il est rejouable, adaptable à un nouvel environnement ou pouvant être étendu à de nouvelles audiences [Hansen et al., 2013]. Afin de contourner le problème, des éditeurs proposent des jeux réutilisables sous la forme de coquilles, comme des jeux de quêtes à quiz par exemple, dans lesquelles différents contenus peuvent être insérés et mis à jour par des outils d'édition (Le Furet Company ou Guidigo). Ces jeux que l'on retrouve de musée en musée comportent l'attrait du nouveau contenu mais perdent le plaisir de la découverte des actions à réaliser. Ils possèdent donc une rejouabilité limitée. Dans ce cas, leur rentabilité est principalement liée au nombre de primo-joueurs uniquement. Etant donné le coût de conception, le jeu doit être proposé durant une longue période pour que ce nombre suffise à assurer la rentabilité du produit.

Cette longévité est une seconde difficulté. Les mises à jour des différents systèmes d'exploitation, des différentes plateformes techniques occasionnent des frais supplémentaires qui peuvent s'avérer conséquents. Cependant, ceci est vrai pour tout système de médiation utilisant un système informatique, comme les audioguides multimédia ou les dispositifs interactifs non mobiles proposés au sein des expositions. Ce n'est donc pas propre aux jeux et les musées doivent résoudre ce problème quelque soit l'offre numérique proposée.

La troisième difficulté est la satisfaction de son public, de tous ses publics. Car un musée, et notamment un musée du XXI^{ème} siècle, souhaite s'ouvrir à un large spectre de publics. La médiation ludique doit être capable de satisfaire les experts comme les néophytes, les adultes comme les enfants, les promeneurs comme les investis.

Le développement de l'offre de médiation pour les musées du XXI^{ème} siècle passera par la résolution de ces trois problèmes, et plus particulièrement ceux du coût de conception et de l'expérience qu'il ambitionne de donner à chaque visiteur.

La proposition de cette thèse

Les projets de médiation numérique au sein des musées sont pour moi des projets passionnants car ils s'inscrivent dans le double cursus de ma formation et de mon expérience professionnelle, et s'appuient sur 3 des compétences que j'ai développées au sein de mes différents postes.

Détentriche d'un master recherche en histoire de l'art, je suis actuellement responsable de collection au sein du Musée des arts et métiers, j'ai entre autres pour mission de documenter les œuvres du musée afin de les valoriser auprès d'un public de chercheurs mais également pour en permettre la médiation auprès des visiteurs du musée. J'ai par ailleurs une expérience de guide au sein d'une grande ville touristique, qui m'a mise en contact direct avec des visiteurs de site patrimoniaux. J'y ai appris qu'un médiateur devait s'adapter en permanence à son public, en fonction des signaux que celui-ci lui envoyait : changement d'attitude, étirement du groupe, regards ailleurs. Pour maintenir l'intérêt de l'auditoire, plusieurs moyens s'offrent à lui : changer le style de son discours en passant du sérieux à l'humour, questionner son auditoire, aborder le monument ou l'œuvre d'un autre point de vue, adopter une autre portée à son discours en préférant des anecdotes par exemple. Ces évolutions du discours dépendent de la façon dont le guide se représente son audience, de la façon dont il la

modélise, mais également de la façon dont il a structuré sa présentation. Pour pouvoir rebondir et choisir d'autres voies, il faut qu'il ait en tête une représentation schématique de son discours. Par ailleurs, ingénieure informaticienne de formation, je m'intéresse à l'évolution des techniques informatiques et en particulier aux systèmes de communication. Ayant travaillé 10 ans dans la supervision des réseaux, je suis réceptive également aux questions d'évaluation et de gestion des comportements de systèmes informatiques et aux contraintes techniques qu'elles imposent. C'est donc tout naturellement que je m'intéresse à la place du numérique en milieu muséal, et en particulier comme aide à la proposition d'une médiation adaptée au visiteur.

L'idée d'un jeu comme outil de médiation m'est donc apparue on ne peut plus évidente et pertinente. Non pas parce qu'il est un objet technologique, mais parce qu'il est une réelle opportunité d'offrir une autre forme de médiation, capable de délivrer un riche contenu à destination des jeunes mais également de leurs parents, pour une prescription active de ces derniers et une médiation intergénérationnelle. Mais cela suppose de pouvoir répondre aux deux questions vues précédemment : la question du coût et la possibilité de satisfaire tous les publics.

La conception de jeux réutilisables est une première solution au problème des coûts. Définir des méthodes et des outils de conception permettant de passer d'une pratique artisanale à une pratique plus formelle et industrielle en est une seconde. Or, actuellement, il n'existe pas de méthode de conception de tels jeux qui permettrait de simplifier leur mise en œuvre. Nous avons vu qu'il existe quelques outils, les moteurs de jeux en font partie. Mais très rares sont ceux prenant en compte l'ensemble des deux dimensions : jeu et médiation, et, facilement accessibles à des non informaticiens. Pour les musées, il existe des éditeurs de contenus, tels ceux développés par Guidigo ou le Furet Company. Mais, associés à des structures de jeux prédéfinies, ils enferment leurs scénarios dans des schémas conventionnels.

Satisfaire tous les publics suppose de proposer des activités et un contenu de médiation adapté à chacun, capable de répondre à l'envie de visite et à l'envie de jeu qui ont conduit le visiteur à choisir ce dispositif.

L'objectif de cette thèse est de réfléchir à l'équilibrage d'un jeu pour visiter un musée et à sa réutilisabilité. Pour cela, j'ai procédé par induction en partant de l'étude de la réalisation de dispositifs pour aller vers une conceptualisation de ces derniers. Ma réflexion s'établit en trois temps :

1. Comprendre ce qu'est un jeu pour visiter un musée. Avant d'envisager d'équilibrer un jeu, il m'a paru important d'en connaître les caractéristiques. Une étude de la littérature et l'analyse de différents projets de conception d'outils de médiation au sein d'un musée, auxquels j'ai participé, m'a permis d'apporter une réponse. Ce travail constitue la première partie de cette thèse.
2. Comprendre comment l'équilibrer. C'est le thème de la seconde partie. Elle suppose :
 1. dans un premier temps, de déterminer l'indicateur du déséquilibre. Le premier chapitre de la seconde partie s'est ainsi intéressée à l'expérience du visiteur et du joueur. Elle recherche plus particulièrement quelles en sont les sources et comment un utilisateur, qui est à la fois visiteur et joueur, peut concevoir une expérience au sein d'un jeu de visite.
 2. dans un second temps, de définir quels sont les composants du jeu sur lesquels il est possible d'agir pour modifier l'expérience du visiteur-joueur. Le second chapitre de cette seconde partie est ainsi consacrée à la modélisation du jeu de visite, et en particulier des missions, et à la proposition d'un processus d'équilibrage agissant au cœur de ces dernières et du contexte du visiteur-joueur. S'appuyant sur des patrons de missions, il apporte également une solution à la réutilisabilité des jeux.

L'ensemble de ce travail est résumé dans la conclusion qui en présente également les limites et les perspectives.

Partie 1 : Caractérisation des jeux comme offre de médiation dans un musée

1 Définition et caractérisation du domaine de recherche

Un jeu de visite pour un musée entraîne le visiteur-joueur à la découverte des collections. Pour qu'il s'y intéresse, une solution est de rendre l'interaction avec le musée indispensable à la progression du jeu. C'est pourquoi, l'espace du musée est étroitement associé à sa progression. Inversement, le jeu propose sa visite des collections. Le discours de la collection permanente est toujours suffisamment riche pour proposer de multiples points de vue. Un jeu dans un musée ne saurait être aussi exhaustif dans sa présentation des œuvres mais sa médiation propose un nouveau regard sur les œuvres et donc, un nouveau parcours à travers les objets. Elle chamboule le parcours traditionnel du musée, raccourcissant certaines distances, faisant prendre d'autres chemins. Le jeu redessine, influence l'espace du musée.

Comme le disent Deshayes et Le Marec, le temps est suspendu dans un musée [Deshayes and Le Marec, 2014]. Le rythme lent de la découverte invite à la contemplation. Ce rythme est généralement différent du rythme d'un jeu où le joueur va de découverte en découverte, de défi en défi. Le jeu peut donc modifier la perception du temps dans un musée. Inversement, le musée peut également modifier la perception du temps chez le joueur par l'exposition d'objets issus d'une autre époque.

Cette influence sur le temps et l'espace entre le monde du jeu et l'univers du musée, le nécessaire message que souhaite faire passer l'institution m'incite à m'intéresser aux jeux sérieux, pervasifs et transmédia comme support de cette nouvelle offre de médiation ludique. Ce chapitre va définir ces différents types de jeu et valider que ceux-ci peuvent constituer une approche possible.

1.1 Les jeux sérieux

Qu'est-ce qu'un jeu sérieux ? Nous opposons souvent ces deux notions "jeu" et "sérieux" mais certains chercheurs considèrent plutôt que le jeu est le "non-sérieux" car tout jeu est sérieux [Huizinga, 1951], [Koster, 2010], car indispensable à la communauté humaine. Sa fonction première serait d'être un système d'apprentissage des règles de la communauté culturelle où il se joue [Huizinga, 1951], [Kittl and Petrovic, 2008], [Bonsignore et al., 2011]. Ainsi, les jeux pervasifs, qui mêlent monde réel et monde virtuel, seraient des moyens privilégiés pour acquérir les compétences de l'honnête homme du 21ème siècle : savoir

collecter, trier, classer, gérer les données qui nous entourent et sont accessibles à tout moment et en tout lieu, savoir les utiliser pour résoudre des problèmes ou créer de nouvelles solutions [Kittl and Petrovic, 2008], [Bonsignore et al., 2011]. Totalemment coopératifs, ces jeux enseignent également comment respecter les autres, pourquoi, comment collaborer, qualités indispensables au 21ème siècle car une seule personne ne suffira plus pour analyser toutes les données disponibles sur un sujet [Bonsignore et al., 2011]. Ces jeux sont donc susceptibles de nous apprendre de nouveaux comportements, d'autres sont conçus dans un but de transmission formelle de savoir [Mortara et al., 2014], [Warters, 2014], [Gee, 2004], ou souhaitent simplement communiquer des informations, proposer une découverte, contribuer à la science ("Foldit"⁹). Le but du jeu transmédia "Alt-Minds"¹⁰ était de proposer une quête ludique tout en faisant connaître les travaux de Nicolas Tesla. Les joueurs recevaient régulièrement des indices pour résoudre une énigme en relation avec ses travaux mais devaient aussi construire des dossiers sur certains phénomènes découverts ou mis en œuvre par Tesla.

Les jeux sérieux investissent en fait tous les domaines. Certains sont liés à la santé ("DiaBetNet"¹¹, "MICSY"¹²), à l'information ("Fort McMoney"¹³, "Darfur is dying"¹⁴), à la publicité ("WonderFnac"¹⁵), d'autres espèrent la fidélisation des joueurs ("Foursquare"¹⁶) ou

⁹ "Foldit" est un jeu développé à l'université de Washington et dont le but est de plier des protéines. Les joueurs aident ainsi les scientifiques à trouver les configurations des protéines, permettant ainsi la mise au point de médicaments appropriés et la conception de nouvelles protéines pour soigner. <https://fold.it/portal/>, consultée le 22 septembre 2015.

¹⁰ "Alt-Minds" <http://www.alt-minds.com/home.html>

<http://leblogdocumentaire.fr/alt-minds-retour-dexperience-avec-eric-viennot/>, consultée le 23 septembre 2015

¹¹ "DiaBetNet" est une application qui incite les enfants à faire attention à leur taux de diabète en les motivant grâce à la théorie des jeux. La mécanique utilisée est celle de la compétition avec les autres joueurs. Le but est que le joueur détermine à bon escient quand il doit valider son taux de sucre dans le sang et quand les autres joueurs doivent le faire. <http://ttt.media.mit.edu/impact/diabetnet.html>, consultée le 22 septembre 2015.

¹² "MICSY" est une application permettant de traiter les troubles mictionnels de l'enfant. Il s'agit de rendre ludique la tenue du journal de bord où l'enfant renseigne la quantité, la fréquence de ses mictions. <http://robertdebre.aphp.fr/micsy-la-premiere-application-mobile-permettant-de-traiter-les-troubles-mictionnels-de-lenfant/>

¹³ "Fort McMoney" est un jeu documentaire où les joueurs ont le loisir de se promener virtuellement dans une ville tournée uniquement vers l'extraction du pétrole et d'essayer d'arranger les problèmes citoyens qui s'y trouvent. Régulièrement, les joueurs doivent répondre à des sondages. Leur résultat permet de faire évoluer la politique de la ville. <http://www.fortmcmoney.com/#/fortmcmoney>, consultée le 22 septembre 2015.

¹⁴ "Darfur is dying" est un jeu élaboré par des étudiants de l'université de Californie méridionale, sous la houlette de Suzana Ruiz et d'Ashley York. Le but est de faire vivre la vie de réfugiés dans des camps du Darfour, en endossant le rôle d'un des 8 avatars (une homme, une femme et 6 enfants entre 14 et 10 ans). <http://www.darfurisdying.com/>, consultée le 22 septembre 2015.

¹⁵ "WonderFNAC" est un jeu créé par le studio de jeu Digiworks pour le réseau social Facebook. Conçu pour les fêtes de fin d'année, le but est de trouver un maximum d'objets dans un paysage. Un tableau d'honneur permet de se confronter aux autres joueurs et des cadeaux sont tirés au sort pour les participants. <http://www.digiworks.fr/references/6-advergame-facebook-fnac>, consultée le 22 septembre 2015

visent un changement de comportement du joueur : "EcoIsland" ([Liu et al., 2011]) et "Power Explorer" ([Bång et al., 2009]), deux jeux en lien avec les économies d'énergie. Des concepteurs utilisent le jeu sérieux pour profiler le joueur : le jeu "JEU SERAI" est un jeu conçu avec l'ONISEP (Office National d'Information Sur les Enseignements et les Professions) pour l'orientation des élèves. Le but est de proposer des activités libres, mais toutes en lien avec divers modèles psychologiques de la méthode de Holland ([Holland 1966] lu dans [Guardiola, 2014]). Cette méthode a la particularité d'associer des catégories de métiers aux différents profils élaborés [Guardiola, 2014]. Le jeu "Time Explorer"¹⁷ cofinancé par la Région Aquitaine et l'Etat, utilise le média du jeu pour lutter contre l'illettrisme. L'objectif est d'aider les personnes à se rendre compte de leurs difficultés. Il ne s'agit pas de former ou de corriger les erreurs commises durant le jeu mais de faire prendre conscience et de proposer ensuite les formations qui permettent de les résoudre.

Les jeux de découverte conviennent particulièrement bien aux musées, aux villes ou aux sites d'art, de culture ou de patrimoine, matériel ou immatériel, où la médiation y est informelle. Comme le rappellent Sophie Deshayes et Joëlle le Marec, les visiteurs ont un "goût du savoir et de la médiation". Mais s'ils viennent au musée pour apprendre, ils viennent aussi pour leur loisir [Deshayes and Le Marec, 2014]. "Les mystères de Rennes"¹⁸ est un jeu édité entre autre par les Champs Libres et le Musée de Bretagne, deux espaces culturels Rennais, et qui proposent de découvrir la ville, ses us et coutumes, son histoire, à travers un mélange de quiz, de jeux de Kim (remettre à la bonne place des extraits d'une image pré-visualisée complète) et une compétition entre joueurs via le gain de points. La découverte du patrimoine peut s'effectuer de plusieurs façons : prise de conscience de la culture, reconstruction historique ou conscience du patrimoine [Mortara et al., 2014]. Dans ce dernier cas, les sites sont la plupart du temps des toiles de fond des jeux. Ils ne sont pas le cœur du jeu. Ils servent de réceptacles aux énigmes ou aux objets à découvrir. Ils peuvent également associer une localisation à des mini-jeux et fournir des contenus supplémentaires lorsque ceux-ci sont résolus, comme dans

¹⁶ "Foursquare" est un réseau social gamifié. Le jeu consiste à se localiser par un "check-in", près de lieux remarquables, qui peuvent être des lieux touristiques, comme des magasins. La mécanique est celle de la compétition basée sur le nombre de points acquis à chaque "check-in". Un tableau d'honneur permet de se comparer à ses "amis" et motive à continuer le jeu. Par ailleurs, se signaler dans des magasins peut permettre de gagner des cadeaux ou de profiter d'offres de ce magasin. Les offres sont d'autant plus intéressantes que le joueur est venu plusieurs fois sur les lieux. <https://fr.wikipedia.org/wiki/Foursquare>, consultée le 22 septembre 2015.

¹⁷ "Time Explorer", <http://www.serious-game.fr/time-explorer-un-serious-game-contre-lillettrisme/>, consultée le 25 septembre 2015

¹⁸ "Les mystères de Rennes" : <http://www.lesmysteresderennes.fr/>, consulté le 26 septembre 2015

"Rexplorer"¹⁹ ou dans le jeu "Virtual Egyptian Temple" où le joueur doit obtenir un maximum de renseignements en se promenant dans une modélisation d'un temple, pour pouvoir répondre aux questions du Grand Prêtre, l'agent pédagogique du jeu [Anderson et al., 2009].

Quelque soit le type de contenu, nous pouvons donc définir un jeu sérieux comme un jeu possédant deux objectifs, l'un ludique et l'autre non ludique. Dans leur livre "Introduction au Serious Game", Alvarez et Djaouti définissent le jeu sérieux par la formule : *jeu sérieux = dimension sérieuse + dimension vidéoludique*, où la dimension sérieuse n'est pas nécessairement éducative mais peut être aussi informative [Alvarez and Djaouti, 2010]. Cette définition met en exergue la difficulté de l'objet "jeu sérieux" : comment construire un tel jeu alors qu'il possède deux objectifs : celui de faire jouer et celui d'informer ? [Alvarez and Djaouti, 2010] recensent un certain nombre de méthodes de conception. Le "serious gaming" conçoit le jeu en détournant un jeu déjà existant (jeu *Arcademie*²⁰). D'autres créateurs utilisent le principe du "modding", c'est à dire accéder au code pour créer des modules qui s'intègrent ensuite dans le jeu initial (*Marine Doom*²¹). D'autres enfin conçoivent directement un jeu sérieux ex-nihilo. Ce sont ces deux approches qui nous intéressent car elles ne s'appuient pas sur un jeu déjà existant.

1.1.1 Conception par le jeu et patrons de conception

La première solution est décrite par [Anderson et al., 2010]. L'idée est de concevoir le jeu sérieux d'abord comme un jeu et d'y intégrer un contenu informatif [Alvarez and Djaouti, 2010]. Concevoir un jeu est une activité actuellement essentiellement empirique [Marne, 2014], [Schell, 2010]. Afin de faciliter le processus, certains concepteurs utilisent des patrons de conception qui référencent des problèmes ou les questions récurrents qui se posent lors de la conception et proposent des solutions ou des réponses génériques. Ils indiquent aussi les liens ou les antinomies éventuels entre deux patrons. La plus importante recherche sur les patrons de conception pour la création de jeux a été réalisée par [Björk and Holopainen, 2005]. Ils englobent un très grand nombre de types de jeux dont les jeux ubiquitaires et

¹⁹ "Rexplorer" s'appuie sur les sentiments provoqués par les décors de la ville médiévale de Ragensburg pour délivrer des indices et influencer sur la progression d'un jeu [Ballagas et al., 2007]

²⁰ <http://www.ludovia.com/2013/06/arcademie/>, consulté le 06/12/2014

²¹ http://en.wikipedia.org/wiki/Marine_Doom, consulté le 06/12/2014

pervasifs. Björk en a publié une partie sur Internet²².

Des recherches sont entreprises pour déterminer des patrons spécifiques aux jeux sérieux. Ainsi, certains chercheurs établissent des correspondances entre patrons de conception de jeu et fonctions d'apprentissage afin de référencer ceux qui possèdent du potentiels éducatifs [Kelle and al., 2011b]. D'autres analysent directement les jeux sérieux pour y mettre en lumière des problèmes spécifiques et rédiger les patrons de conception correspondants ([Huynh-Kim-Bang et al., 2010]).

1.1.2 Conception par l'activité sérieuse et motivation

La seconde solution est la "gamification" [Alvarez and Djaouti, 2010]. Elle consiste à ajouter des éléments de jeux à une activité non ludique. Ils créent l'engagement du joueur et transforment une activité sérieuse en moment ludique. [Deterding et al., 2011] [Yohannis et al., 2014]. L'engagement est la capacité d'une activité à captiver et motiver le joueur [Liu et al., 2011]. D'après Olivier Mauco, concepteur de jeux et sociologue, le jeu vidéo possède cette propriété car il intègre dans un tout, un système d'évaluation, des objectifs et une narration qui contribuent à renforcer la motivation [Mauco, 2012a]. La motivation apparaît donc comme un élément central des jeux en général et de la gamification en particulier, car elle peut être mise en œuvre dans le cadre d'une politique d'accompagnement d'un changement de comportement [Deterding et al., 2011] [Liu et al., 2011] [Gutafsson et al., 2009] [Thorn et al., 2012].

Le chercheur Bernard J. Foggs s'est intéressé à la motivation dans le cadre de son travail sur le changement de comportement [Foggs, 2009]. D'après lui, pour qu'une personne adopte un nouveau comportement, il est nécessaire de conjuguer motivation, simplicité et alarmes. Je présenterai ici uniquement le modèle de motivation, qui seul nous intéresse. Ce modèle est conçu d'après les émotions. Il possède trois composantes :

- la "sensation", qui regroupe les sensations immédiates comme le plaisir ou la douleur.
- l'"anticipation", qui comprend les sensations qui devancent les événements futurs, comme l'espoir ou la peur.
- l'"appartenance", qui intègre les sensations à caractère social, comme l'acceptation ou le rejet.

²² http://129.16.157.67:1337/mediawiki-1.22.0/index.php/Main_Page, consulté le 06/12/2014

Nick Yee a également travaillé sur la motivation dans le cadre de jeux de type MMORPG (Massive Multiplayer Online Role Player Game²³) [Yee, 2006]. 3000 joueurs de différents jeux ont répondu à son questionnaire sur leurs choix de jeu et sur leurs raisons de continuer à jouer. Il a montré que leurs motivations se répartissent en 3 catégories :

- La première est liée à la notion d' "achèvement", c'est à dire le désir de progresser. Ce peut être progresser en puissance mais également aller plus vite dans le jeu, accumuler le plus de richesses ou de ressources ou tout ce qui donne un statut particulier au joueur dans le jeu, progresser dans la compréhension des mécaniques inhérentes au jeu, dans la compétition entre joueurs.
- La seconde est la socialisation, c'est à dire aider, discuter avec les autres, créer une relation sur la durée et qui a un sens avec d'autres personnes ou appartenir à une communauté.
- Enfin, la troisième est l'immersion. Pour Yee, c'est rechercher une certaine expertise dans des sujets non connus des autres joueurs, se créer un rôle et interagir avec les autres joueurs pour improviser une histoire, personnaliser son personnage ou s'évader des soucis quotidiens.

L'article [Liu et al., 2011] divise la motivation en deux classes : la motivation psychosociale et la motivation économique. La première tient compte de l'influence de l'environnement social sur un individu. Les conséquences peuvent en être :

- le repli de la personne sur elle-même,
- l'obtention d'un meilleur résultat sur des tâches simples lorsque la personne est accompagnée ou se sent surveillée
- ou au contraire, un désengagement lorsqu'une personne appartient à un groupe. Elle a alors l'impression que sa contribution ne compte pas et fera moins d'efforts pour atteindre ses objectifs [Liu et al., 2011].

Les auteurs proposent d'utiliser l'influence psychosociale pour motiver et donc d'adopter les solutions de [Cheshire et al., 2008] : valoriser les efforts individuels, mettre en avant les

²³ Jeux de rôle en ligne massivement multijoueurs

apports de chacun et faire savoir à tous que leur travail est contrôlable par n'importe qui [Liu et al., 2011]. La motivation économique consiste à payer une personne pour obtenir des résultats. Sa conséquence est une augmentation de ces derniers mais en contrepartie, il y a un risque sur leur qualité et un risque de triche pour aller plus vite. [Liu et al, 2011] considère que la gamification, avec un système de points et de comparaison des joueurs peut intégrer ces sources de motivation. Le système de comparaison répond pleinement à la dimension psychosociale de la motivation. Il permet à chacun d'exposer ses avancées, ses efforts. Il permet également un jugement, et donc une surveillance potentielle des autres, obligeant à se dépasser. Il facilite également la compétition entre joueurs. Enfin, la monétisation virtuelle des efforts par l'obtention de biens ou de ressources, comme des éléments de personnalisation par exemple, est une forme de motivation économique.

L'aspect social de la motivation est au cœur du travail réalisé par les étudiants d' Eric Sanchez et Palmyre Pierroux [Sanchez and Pierroux, 2015]. Dans le cadre d'un projet d'enseignement, quatre de leurs étudiants avaient pour objectif de gamifier un musée. Leur choix s'est porté sur la sensibilisation du public au phénomène d'anthropocène, c'est à dire l'exploitation et la destruction des ressources par l'homme. Le jeu était construit en deux phases. L'une montrait le phénomène actuel de destruction, symbolisé par le déclin puis la mort d'un arbre totem au fur et à mesure de la progression, inéluctable, des joueurs. La seconde était une phase de régénérescence. Chaque joueur y possédait un rôle. Les élèves avaient travaillé l'interdépendance de ces rôles de façon à ce que chaque joueur ait l'impression d'apporter quelque chose à la communauté. Ils ont également motivé les joueurs en instituant un esprit de compétition, en mettant en œuvre des ressources à partager, un système de points. Les "dégâts" réalisés dans la première phase avaient créé un sentiment de frustration qui donnait envie aux joueurs de les réparer. Cette seconde phase, en leur fournissant les moyens de le faire, leur procurait un sentiment de plaisir.

Ces différents exemples montrent qu'il est possible de jouer sur plusieurs registres (émotions, psychologie, sociabilité) pour motiver le joueur et maintenir son engagement au sein du jeu. Le but de la gamification, in fine, est de transformer une motivation extrinsèque, c'est à dire proposée par le contexte extérieur, en une motivation intrinsèque, issue uniquement des

propres valeurs ou besoins du joueur. Les différents registres de la motivation sont mis en œuvre dans plusieurs domaines. Par exemple, la gamification est utilisée dans l'enseignement, pour engager les étudiants dans des MOOC (Massive Open Online Courses²⁴) [Vaibhav and Gupta, 2014], [Cabezas, 2015], [Santos et al., 2016], dans le domaine commercial pour attirer les joueurs dans certains lieux. Les jeux Foursquare²⁵ ou "Pokemon Go" [Koster, 2016] sont construits sur ce principe. En associant un gain de points à une localisation, ils attirent les joueurs dans des lieux commerciaux et valorisent donc ceux-ci. D'autres jeux enfin sont conçus pour une dimension morale. Leur but est de provoquer une prise de conscience, comme des comportements inadéquats quant à notre consommation par exemple [Liu et al., 2011], [Sanchez and Pierroux, 2015]. En ce sens, l'utilisation d'une métaphore, comme l'ont fait les étudiants de Sanchez et Pierroux, est un choix de conception efficace pour faire réfléchir. Plus généralement, nous l'avons vu, la gamification est utilisée dans la conduite au changement [Gutafsson et al., 2009], [Liu et al., 2011], [Thorn et al., 2012]. Selon Olivier Mauco, la gamification s'y prête bien car elle est "un mode opératoire, c'est à dire [elle] conditionne des pratiques pour qu'elles convergent vers un but " [Mauco, 2012a]. En valorisant certaines pratiques, elle peut faire changer le comportement des joueurs. Mauco rappelle que le "jeu associe savoir-faire (praxis) et savoir-être (hexis)" [Mauco, 2012b] et donc pratique et comportement. Or, l'interprétation des pratiques et leur association aux objectifs souhaités sont souvent empiriques. Elles sont souvent dépendantes d'un contexte et ne peuvent pas être généralisables. Cette interprétation doit donc être validée par des évaluations et des tests pour que la gamification porte sur des comportements appropriés. Enfin, dans le cadre d'une conduite au changement, associer des points à un comportement de joueur, c'est également évaluer ce joueur par rapport à un système de valeurs, et donc "récolter des informations sur celui-ci dans un but précis mais moral" [Mauco, 2012a]. Le système de score est à la fois un système de validation de progression mais également d'évaluation.

Les différents articles montrent l'importance de l'influence sociale sur la motivation. Tous les articles étudiant les sources de la motivation intègrent cette dimension dans leurs conclusions [Foggs, 2009], [Liu et al., 2011], [Yee, 2006]. Elle peut également être amenée par des sentiments qui ne sont pas obligatoirement positifs. Ainsi, Fogg parle de peur, de douleur

²⁴ Cours en ligne ouvert à tous

²⁵ www.foursquare.com

[Fogg, 2009] tandis que Sanchez et Pierroux mentionnent la frustration [Sanchez and Pierroux, 2015]. Ces sentiments semblent avoir l'intérêt de pousser les personnes qui les ressentent à agir pour s'en libérer, à désirer un avenir meilleur, plutôt que de s'enfermer sur elle-même : l'une des sources de la motivation de Foggs est l'anticipation qui projette le joueur dans l'avenir, chez Sanchez et Pierroux, c'est le regret du passé suivi du désir de construire quelque chose d'autre.

1.1.3 Conception par les environnements d'apprentissage

La troisième approche pour construire un jeu sérieux est l'utilisation des environnements de formation ou d'apprentissage de e-Learning²⁶ [Moreno-Ger et al., 2008] [Marne, 2014].

En utilisant IMS-LD (Instructional Management System - Learning Design²⁷), langage de conception de scénario d'enseignement, [Moreno-Ger et al., 2008] ont défini un scénario d'apprentissage à trois niveaux : l'apprentissage des notions basiques, la recherche de notions complémentaires et la mise en application simple de celles-ci. Le scénario s'achève sur une réalisation plus complexe servant de validation des acquis. Ils ont par ailleurs construit un jeu comportant trois environnements différents qu'ils ont associé chacun à un et un seul niveau d'apprentissage. Ces derniers étaient construits sur le même principe : un quiz en entrée permettait de déterminer le niveau de l'étudiant et de l'orienter vers le niveau de jeu approprié.

Bertrand Marne emploie également IMS-LD pour concevoir un éditeur de jeu sérieux [Marne, 2014]. IMS-LD lui permet de modéliser le jeu sérieux en objectifs pédagogiques centrés sur la notion d'activité. C'est ce modèle qu'il met ensuite en œuvre dans son éditeur. La conception d'un jeu suppose d'y structurer d'abord hiérarchiquement les objectifs pédagogiques puis de définir la structure pédagogique et enfin celle du jeu. Les activités ludiques n'y sont vues que comme des "boîtes noires".

Dans ces deux cas, la médiation conduit complètement le jeu, autrement dit le jeu est l'esclave de la médiation [Keller et al., 2011]. Il est une activité d'une unité d'apprentissage et non pas l'application globale. On ne peut pas parler réellement de jeu sérieux, mais plutôt d'une activité ludifiée.

²⁶ apprentissage en ligne (traduction de l'auteure)

²⁷ Système de Gestion d'Instruction - Conception d'Apprentissage (traduction de l'auteure)

1.1.4 Efficacité des jeux sérieux et adaptation

Si l'on en croit la synthèse réalisée par Damien Djaouti [Djaouti, 2016], les jeux sérieux présentent un fort potentiel éducatif. Ils sont sources de motivation pour l'apprenant par les retours réguliers et entretenus sur ses actions. Sa construction sur le principe d'essai-erreur encourage le joueur à formuler des hypothèses et à les tester, jusqu'à trouver une solution, sans crainte d'être ridiculisé par les autres joueurs pour ses erreurs. Chacun avance à son rythme, les plus rapides ne sont pas freinés par les plus lents. Lorsque les jeux encouragent un travail collectif au sein de l'environnement virtuel, cette collaboration se transfère également dans l'univers réel. Mais quelle est l'efficacité réelle de ces jeux ?

Celle de la gamification ne semble exister que sur le court terme. En effet, les mécaniques de jeu appelées PLB, pour Point-Leaderboard-Badge développent l'attitude du « scoring », c'est à dire la pratique du score pour le score, qui ne suffisent pas à engager le joueur [Liu et al., 2011]. L'étude de [Thom et al., 2012] montre qu'un comportement est acquis tant que les récompenses existent mais qu'il disparaît lorsque cette motivation n'est plus là. Seuls les joueurs qui ont un intérêt dans ce système de valeurs s'impliqueront réellement dans l'activité gamifiée. Lors de l'arrêt de la gamification, ce sont les seuls qui continueront à maintenir le comportement nouvellement acquis [Liu et al., 2011] [Thorn et al., 2012], les autres reviendront à leur façon de faire antérieure [Thorn et al., 2012]. Pour Liu et al., une raison de cet échec est qu'une gamification n'est pas un vrai jeu. Elle ne contient que quelques mécaniques : points, badges, et tableaux d'honneur qui ne suffisent pas et apportent peu de nouveauté au cours du jeu [Liu et al., 2011]. D'après ces auteurs, il serait nécessaire d'ajouter d'autres éléments de jeu pour provoquer l'amusement, comme un avatar bien dessiné, du contenu, du flow, une interface utilisateur et un modèle d'interaction [Liu et al., 2011].

Il existe peu d'évaluations de jeux sérieux. L'évaluation d'un jeu sérieux peut être réalisée de deux façons :

- d'une part évaluer sa capacité à informer ou former les joueurs, ce que [Mortara et al., 2013] appellent son efficacité,

- d'autre part, sa capacité à utiliser les principes ludiques pour faciliter la formation et l'information et motiver les joueurs.

Leur efficacité n'est pas certaine. Cette situation empêcherait d'ailleurs leur développement [Mortara et al., 2013]. Conscients du problème, [Mitgutsch and Alvarado, 2012] proposent un cadre d'analyse des jeux sérieux pour déterminer si celui-ci atteint bien le but qu'il s'est fixé [Mitgutsch and Alvarado, 2012]. Ils plaident pour que le contenu informationnel influence la construction de l'ensemble des autres éléments du jeu. Leur cadre de travail propose en effet de :

- vérifier que les différents éléments intervenant dans la conception du jeu (contenu et information, esthétique, cadre, fiction et narration, mécaniques) intègrent bien le but à atteindre de façon à avoir une cohérence et une cohésion de tous ces éléments autour de ce but,
- vérifier la relation entre le contenu et les informations, la fiction et la narration et les mécaniques,
- vérifier la cohérence et la cohésion entre la narration et les mécaniques.

Le choix de l'ordre des différents points est important. Les auteurs indiquent qu'il faut d'abord s'assurer du lien entre les différents éléments intégrant du contenu informationnel, avant de vérifier la cohérence de ce qui constitue le jeu uniquement : la narration et les mécaniques. Autrement dit, ils conseillent d'abord de réfléchir à la médiation et à son intégration que de réfléchir d'abord au jeu.

La capacité d'un jeu à motiver l'apprentissage dépend fortement du profil du joueur. Dans son étude, Michel Lavigne s'est concentré à la frontière entre jeu et non jeu [Lavigne, 2016]. Pour cela, il s'intéresse aux jeux sérieux, espérant pouvoir déterminer ce qui constitue le caractère ludique d'un jeu. Il montre que cette étude doit être faite du point de vue du joueur et non pas d'un point de vue structurel du jeu. En effet, les jeux sérieux ne satisfont pas les critères des jeux donnés par Caillois : libre, séparé, incertain, improductif, réglé, fictif, beaucoup d'entre eux disparaissent ou s'atténuent dans le cadre d'un jeu sérieux [Caillois, 1967]. L'incertitude, par exemple, disparaît quelquefois au profit de la certitude que le joueur est bien passé par tous les chemins du parcours pour une meilleure efficacité du message non ludique. Cependant, les positions de Caillois peuvent être relativisées [Lavigne, 2016], par exemple, en

considérant que tout jeu est un enrichissement et donc est productif. D'autre part, certains auteurs ([Henriot,1989] ([Genvo, 2013])) pensent que la notion de jeu est relative à une époque et que des activités vécues comme sérieuses à un moment peuvent être considérées comme ludiques à un autre. Genvo appelle ce processus "ludicisation" [Genvo, 2013]. Ce ne sont donc pas les structures du jeu qui déterminent le caractère ludique mais l'expérience que le joueur en a à un moment donné. C'est pourquoi, Lavigne étudie l'aspect ludique en non ludique du jeu en s'intéressant à l'expérience vécue par le joueur et non pas en analysant les structures du jeu. A travers l'étude de 19 jeux par des élèves d'IUT âgés de 18 à 20 ans, il montre que le caractère ludique est très variable d'un groupe de joueurs à un autre, selon leurs préférences en terme de jeu (stratégie, simulation, mini-jeux) et leurs habitudes de jeux (grands joueurs ou occasionnels). Les évaluations déterminent un certain nombre de critères nécessaires semble-t-il aux jeux sérieux comme des défis, des niveaux de difficulté, la gestion de points, l'existence d'une incertitude sur l'issue du jeu. Cependant, les joueurs les plus critiques sont les joueurs les plus expérimentés pour lesquels, l'utilisation de l'épithète jeu doit révéler un réel jeu et non pas simplement une application à caractère de loisir [Lavigne, 2016]. Michel Lavigne fait apparaître deux niveaux d'engagement dans le jeu. Le premier correspond à l'interface immédiatement sensible du jeu : son esthétisme et son graphisme. Le second est lié à la mise en œuvre du jeu, à ses activités. Si la perception du premier niveau n'est pas positive, l'engagement du second niveau est plus difficile à atteindre [Lavigne, 2016].

Le travail de Michel Lavigne milite pour l'intégration d'un module d'adaptation au cœur du jeu sérieux. L'adaptation est au cœur de certaines recherches [Antoniou et Lepouras, 2010] [Yan, 2009] [Kuflick et al., 2011] [Nacke et al., 2010]. L'adaptation consiste à faire évoluer le jeu en fonction du joueur. Cette adaptation peut être automatique, Anotoniou et Lepouras parlent alors d'adaptabilité, ou le joueur peut choisir lui-même les thématiques ou les activités qu'il souhaite, au fur et à mesure de sa progression, c'est l'adaptation [Antoniou and Lepouras, 2010]. Il semble que les joueurs préfèrent cette seconde solution [Antoniou et Lepouras, 2010]. L'adaptation dynamique suppose la définition de profils de joueurs construits selon des principes psychologiques [Yan, 2009], [Antoniou et Lepouras, 2010], ou élaborés à partir de questionnaires préalables [Kuflick et al., 2011]. Afin de tenir compte de leur approximation, ils peuvent être mis à jour dynamiquement en cours de jeu à partir des

choix des joueurs [Yan, 2009], [Kuflick et al., 2011] ou à partir de l'évaluation de la qualité de leur expérience [Nacke et al., 2010].

1.1.5 Conclusions

Les jeux sérieux sont des jeux composites, véritables défis de conception, car ils ne possèdent pas un seul et unique objectif mais se caractérisent par deux objectifs concomitants, l'un ludique, l'autre sérieux. Ces deux objectifs doivent être atteints tous les deux créant ainsi une tension au sein du jeu. Aucun des modes de conception présentés ne permet un équilibrage plus facile entre les dimensions ludique et sérieuse du jeu sérieux. Le travail réalisé par Michel Lavigne montre qu'il est important que le jeu sérieux n'ait pas de jeu que le nom mais qu'il soit réellement un jeu, sous peine de se voir rejeter par une partie du public auquel il est destiné. Concevoir un jeu plutôt que de ludifier une visite est donc une approche indispensable [Lavigne, 2016].

Le caractère social apparaît être un point essentiel des jeux sérieux [Fogg, 2009] [Yee, 2006] [Liu et al., 2011] [Sanchez and Pierroux, 2015]. Laia Pujol-Tost affirme d'ailleurs que négliger cet aspect lors de la création de nouveaux outils de médiation a souvent conduit à leur perte [Pujol-Tost, 2011]. Il influe sur le comportement du joueur, mais également sur sa motivation. D'autres sources de motivation existent comme la mise en application de ses idées [Thorn et al., 2011], ou le désir de construire autre chose [Fogg, 2009] [Sanchez and Pierroux, 2015] mais elles ne sont pas présentes dans tous les jeux, à l'inverse de la motivation d'ordre social.

Trois éléments semblent favoriser la motivation : la socialisation, les sensations immédiates, positives ou non, [Foggs, 2009] [Sanchez and Pierroux, 2015] et se donner une bonne image de soi [Foggs, 2009] [Yee, 2006] [Liu et al., 2011], [Sanchez and Pierroux, 2015]. Le profil du joueur est donc déterminant. L'est-il plus dans un jeu sérieux que dans un jeu classique? Nous pouvons le penser car l'équilibrage d'un jeu sérieux est plus délicat que celui d'un jeu classique, à cause de son double objectif. Il existe une dualité chez le joueur, entre son côté joueur et son côté non joueur [Lavigne, 2016], qui résonne avec la dualité du jeu sérieux et

rend fragile l'engagement du joueur au sein du jeu sérieux.

La définition d'un jeu sérieux repose donc sur l'équilibrage de la double dimension ludique et sérieuse du jeu mais prise d'un point de vue du joueur. C'est pourquoi je ne définirai pas le jeu sérieux par une conception structurelle mais par :

Un jeu sérieux est un jeu où le joueur joue et s'enrichit en même temps d'une culture ou d'une pratique non ludique, voulue par les concepteurs.

1.2 Les jeux pervasifs

Johan Huizinga a défini le jeu comme "une action libre, sentie comme "fictive" et située en dehors de la vie courante, capable d'absorber néanmoins totalement le joueur; une action dénuée de tout intérêt matériel et de toute utilité; qui s'accomplit en un temps et dans un espace expressément circonscrit, se déroule avec ordre selon des règles données" [Huizinga, 1951]. Le jeu est donc un acte volontaire. Il établit une frontière avec la vie courante par un cadre temporel et spatial précis et un ordre construit sur ses règles. Cet ordre crée une communauté sociale à laquelle les joueurs adhèrent. Ces trois éléments, le temps, l'espace et le social, forment une structure protectrice pour les participants, un "cercle magique" [Huizinga, 1951] dont le jeu pervasif va modifier les caractéristiques.

La notion de pervasivité est assez floue dans la littérature. Elle se confond souvent avec celle d'ubiquité ou d'"intelligence ambiante". Le mot "pervasif" aurait été inventé en 1998 par la compagnie IBM pour définir des environnements où il est possible d'obtenir des informations en tout lieu, à tout moment ("anywhere, anytime") [Nieuwdorp, 2007]. Elle agrandit la définition artistique de la cybernétique des années 50 où des artistes comme Nicolas Schoffer étudiaient les relations entre le monde des informations et l'environnement (tour cybernétique de Liège²⁸, projet de "Tour Lumière Cybernétique" de La Défense²⁹). Le terme "ubiquitaire" a été associé pour la première fois au monde informatique par Mark

²⁸ <http://www.liege.be/tourisme/art-public-et-patrimoine/restauration-de-la-tour-schoffer>

²⁹ <http://www.iscc.cnrs.fr/spip.php?article2255>

Weiser [Weiser, 1991]. Il imaginait un environnement où il serait possible de se passer d'écran(s) et de clavier(s) pour atteindre les informations digitales de façon naturelle. Enfin, d'après [Ronzoni, 2009], l'"intelligence ambiante" voit le jour chez Philips et reste un concept européen, équivalent à la notion de pervasivité. Ces trois termes vont peu à peu se confondre [Nieuwdorp, 2007], [Ronzoni, 2009] pour converger vers la notion d'"ATAWAD" ("AnyTime, AnyWhere, AnyDevice"), proposée par Xavier Dalloz [Dalloz, 2001].

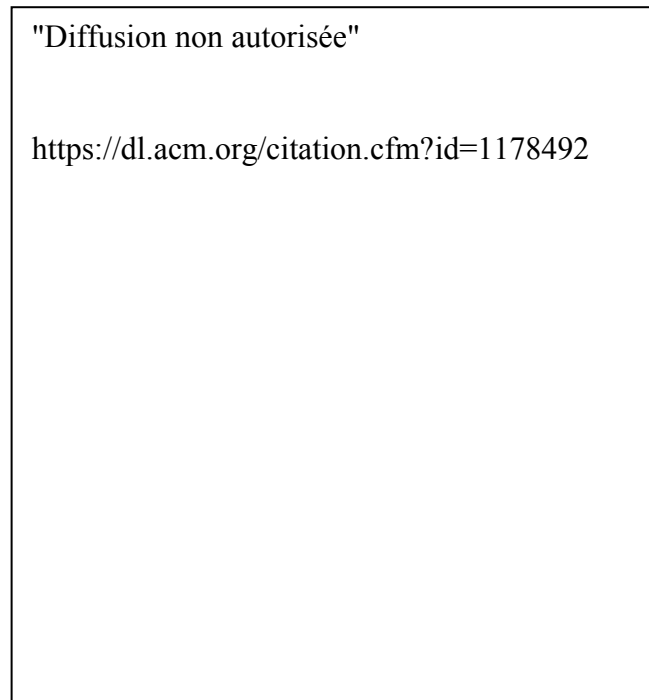


Figure 2 : Les différents espaces de jeu [Ekman et al., 2005]

D'après [Satyanarayanan, 2001], un environnement pervasif comprend toujours l'intégration d'éléments de technologies capables de faire le lien entre le monde réel et le monde digital. C'est pourquoi, l'imbrication du monde digital avec le monde réel va les caractériser dans un premier temps [Schneider, Kortuem, 2001], [McGonigal, 2003], [Landoski et al., 2004], [Peitz et al., 2007]. La confusion entre ces deux mondes est possible grâce à la capacité de certains objets, être vivants, lieux, à endosser plusieurs significations et à communiquer entre les deux mondes [Walther, 2005]. La sémantique du jeu peut se poser alors comme un calque sur le monde réel, introduisant plusieurs significations possibles à ce que Walther appelle « l'espace tangible ». Et c'est la superposition de ces différentes significations, l'une appartenant au monde physique, les autres au monde du jeu, qui permet l'interpénétration des deux mondes (cf. Figure 2). Les éléments du jeu se trouvant à la frontière des deux mondes forment ce que Chen Yan appelle une "surface" [Yan, 2009]. Ce

peut être des objets technologiques, comme dans le jeu *Soundpark*, où des appareils spécifiques permettaient de détecter, capturer et déposer des instruments de musique virtuels [Pellerin et al., 2009]. Mais, ce peut être aussi un lieu, une personne [Montola et al., 2010], [Bleumers et al., 2010]. Hugh Davies nomme « psychogéographie » les impressions ou les sensations provoquées par des lieux [Davies, 2007]. Le jeu *Rexplorer* s'appuie sur les sentiments provoqués par les décors de la ville médiévale de Ragensburg pour délivrer des indices et influencer sur la progression d'un jeu, [Walz et Ballagas, 2007].

Marcus Montola constate que le cadre du cercle magique exclut du jeu des motivations externes ou des histoires personnelles et empêche les éléments du jeu de ressurgir dans la vraie vie [Montola et al, 2010]. Il est donc contraire au principe de pervasivité qui intègre à la fois le côté plaisant, ludique mais aussi l'aspect non sécurisé du jeu dans la vie ordinaire. Marcus Montola définit alors les jeux pervasifs comme des jeux dont une au moins des composantes étend le cercle magique, socialement, spatialement ou temporellement [Montola, 2005].

Dans leur livre "Pervasive Games, Theory and Design", les chercheurs du projet iPerG (integrated Project on Pervasive Gaming)³⁰ analysent les effets de cette extension [Montola et al., 2010]. Guo, Traetteberg, Wang, et Zhu réalisent un travail analogue dans [Guo et al., 2010]. Constatant que les chercheurs parlaient souvent de jeux pervasifs sans que cette notion ne soit finalement définie, Guo et al. choisissent de créer un cadre de travail regroupant les propriétés des jeux dits pervasifs en essayant de répondre aux questions « pourquoi un jeu est pervasif ? » et « comment un jeu est pervasif ? ». En comparant 30 jeux, décrits comme ayant cette caractéristique, avec des jeux vidéo traditionnels, ils en ont extrait 4 grands concepts récurrents qu'ils ont réunis au sein du modèle TeMPS :

- T comme Temporalité : les jeux peuvent être ou ne pas posséder de limite temporelle de jeu. Cependant, une limite fixe favorise la concentration du joueur et l'établit en dehors du monde réel.
- M comme Mobilité : différents cas de mobilité sont possibles. Le jeu peut être statique ou

³⁰ <https://www.sics.se/projects/iperg>

au contraire utiliser de vastes espaces. Le joueur peut être appelé à bouger sur place (faire des mouvements, des gestes) ou au contraire se déplacer de lieu en lieu.

- P comme Perception : les jeux influent sur la réalité grâce aux effets visuels en réalité virtuelle ou en réalité augmentée, aux effets sonores, aux retour haptiques, aux mouvements d'objets. Inversement, la réalité influe sur le jeu par les capteurs (caméra, capteurs biophysiques, oculomètre, son, localisation), le partage d'objets (RFID). Mais, constataient-ils, si les objets physiques peuvent influencer les objets virtuels du jeu, il est difficile d'influencer les objets physiques à partir du monde virtuel.
- S comme Sociabilité : Les jeux créent quatre types de relations entre les joueurs :
 - aucune relation,
 - un rapport de collaboration, de compétitivité ou d'opposition entre
 - deux personnes
 - ou entre plusieurs personnes, voire entre équipes,
 - la création de communauté.

Inversement l'éducation, l'apprentissage, l'entraînement influencent le jeu.

A partir de ces propriétés, les auteurs définissent des critères d'attribution de points qui leur permet de dire si un jeu est plus ou moins pervasif [Guo et al., 2010].

Les conclusions des chercheurs d'iPerG sont quasi-identiques à celles de [Guo et al., 2010], à la différence qu'ils n'intègrent pas la notion de "Perception" [Montola et al., 2010]. TeMPS insiste sur l'aspect interface entre le monde réel et le monde du jeu ("Perception"), sur les moyens utilisables pour parvenir à la pervasivité du jeu. Si nous considérons que ces interfaces sont utilisées dans un contexte spatial, temporel, ou social, nous nous ramenons au cadre de travail de Montola [Montola, 2005]. Plus précisément que veut dire expansion spatiale, temporelle et sociale ?

L'expansion spatiale augmente le terrain de jeu, imposant une plus ou moins grande mobilité aux joueurs. Il peut comprendre des terrains distants, comme dans *I love Bees*,

imaginé par Jane McGonigal : les joueurs avaient la possibilité d'envoyer des messages vers des cabines téléphoniques publiques dispersées sur le territoire américain afin de collaborer avec d'autres joueurs pour résoudre une énigme et progresser dans le jeu [Montola et al., 2010]. Il peut également intégrer un espace de jeu virtuel [Ermi, Mäyrä, 2005], [Walther, 2005], [Bichard, Waern, 2008]. Le jeu *Botfighter* mêlait ainsi une chasse-poursuite entre des robots virtuels et des joueurs réels [Peitz et al., 2007].

L'expansion temporelle peut prendre différentes formes : certains jeux antident les contenus proposés aux joueurs créant l'impression que le jeu a commencé bien avant l'entrée effective du joueur. Ainsi, les créateurs du jeu *Alt-Minds* ont conçu des pages Web contenant des informations essentielles au jeu et datées d'avant le début du jeu [AltMinds, 2012]. De cette manière, ils créaient l'impression que l'histoire était bien antérieure au début du jeu ancrant celui-ci dans la réalité. D'autres jeux brouillent les limites entre le monde réel et le monde virtuel en étant disponibles à tous moments et en donnant la possibilité aux joueurs d'entrer et de sortir à volonté du jeu [Ekman et al., 2005], [Peitz et al., 2007], [Bichard and Waern, 2008], [Tiensyrjä et al., 2010], [Jonsson et al., 2006], [Reis et al., 2010]. D'autres idées permettent de jouer avec le temps. La persistance est la capacité du jeu à progresser en l'absence du joueur. *Ingress*³¹, un jeu de Google, permettait à des équipes multi-nationales de revendiquer et disputer des territoires réels. Le caractère international du jeu permettait de le diffuser sur les différents fuseaux horaires, jouant d'une autre façon avec le temps. Ces particularités imposent une nouvelle terminologie pour définir les phases du jeu en fonction des différents états de conscience du joueur par rapport au jeu [Montola et al., 2010]. Le "jeu actif" est la phase où le joueur est focalisé dans le jeu, le "jeu passif" celle où il est concentré sur ses activités non ludiques, et le "jeu intermédiaire" celle où il est à la frontière des deux. Le début des phases de "jeu actif" peut être laissé à l'appréciation du joueur (*Insectopia*, [Peitz et al., 2007]) ou lui est notifié (*The Songs of North*, [Jonsson et al., 2010]). Dans certains jeux, il vaut mieux rester attentif en permanence aux notifications du jeu. Ainsi, dans *Botfighter*, ne pas répondre à certains messages faisait automatiquement perdre la partie [Peitz et al., 2007]. Ce procédé rend plus difficile l'intégration du jeu dans la vie courante des joueurs. De même, le choix de la durée des phases de "jeu actif" influe sur la pervasivité temporelle du jeu. Le jeu *Insectopia* [Peitz et al., 2007] était un jeu qu'il était possible de commencer ou de finir à tout

³¹ <https://www.ingress.com/>, consulté le 06/12/2014

moment. A l'opposé, le jeu *Momentum* a duré un total de 36 jours, durant lesquels le joueur était dans le monde du jeu, alternant des périodes de fortes intensités de [Waern and Sternos, 2007].

L'expansion sociale suppose que le jeu intègre des personnes au delà du nombre strict de joueurs initiaux. Elle est souvent due à la mobilité qui met les joueurs en contact avec d'autres personnes non joueuses. Ce contact, physique comme virtuel, par l'intermédiaire des réseaux sociaux par exemple, peut conduire à faire basculer le spectateur dans le camp des joueurs. Par exemple, l'application *Foursquare*³², était à ses débuts un jeu et un réseau social. En se localisant en un lieu, le joueur pouvait devenir Maire de ce lieu. Plus il possédait de mairies, meilleurs étaient ses scores. Ce dernier était visible pour ses amis au sein du jeu. Cette visibilité pouvait créer une compétition pour certains lieux. Alors que dans un jeu classique, il n'existe que deux types de personnes, celles qui jouent et celles qui ne jouent pas, dans un jeu pervasif, il n'y a plus la notion de "jeu" et "hors jeu". Certaines personnes peuvent avoir un rôle dans le jeu sans y participer réellement [Waern and Stenros, 2007]. Dans le cadre du jeu télévisé *La chasse aux trésors*, le joueur se faisait régulièrement aider par les spectateurs qui lui communiquaient les informations qu'il cherchait ou le véhiculait pour trouver l'objet convoité³³. Dans d'autres jeux, des personnes sont payées pour aider les joueurs dans leur progression [Bleumers et al., 2010]. Elles ont le même rôle que les personnages non joueurs des jeux vidéo. Enfin, certaines personnes vont être de réels spectateurs inactifs, s'occupant juste de regarder sans participer d'une quelconque façon, voire sans même se rendre compte de l'existence d'un jeu. Ainsi, dans un jeu pervasif, il existe 5 classes de personnes interagissant potentiellement les unes avec les autres, de façon physique ou virtuelle, mais toutes plus ou moins impliquées dans le jeu :

- les « joueurs », soumis à la règle du jeu et résolvant les quêtes du jeu,
- les « acteurs », dont les rôles sont définis par les concepteurs du jeu mais qui ne résolvent pas les quêtes,
- les « voyeurs », conscients du jeu mais n'y participant pas,
- les « actifs », conscients du jeu, y participant spontanément

³² www.foursquare.com, consulté le 06/12/2014

³³ http://fr.wikipedia.org/wiki/La_Chasse_aux_trésors, consulté le 06/12/2014

- et les « inconscients », qui passent à côté du jeu sans s'apercevoir qu'il existe.

Les composantes spatiales, temporelles et sociales du jeu évoluent en fonction du temps. Elles constituent le contexte d'exécution du jeu. Un jeu pervasif apparaît comme un jeu dont la progression dépend du contexte spatial, temporel et social et qui influe lui-même sur ce contexte. Un jeu ne peut donc pas être pervasif si son contexte ne possède pas les éléments qui lui permettent d'influer sur le jeu. Contrairement à ce que suggèrent [Guo et al., 2010] et [Satyanarayanan, 2001], il n'est pas nécessaire d'utiliser un artifice technique pour cela. La présence de personnes [Bleumers et al., 2010], les ambiances des lieux [Davies, 2005], la durée ou l'intrusion intempestive d'autres joueurs dans la vie courante d'un joueur sont des moyens d'y parvenir, comme dans le jeu *Killer* [Montola et al., 2010], où chaque joueur possède un rôle d'assassin sous couverture et de victime. Le joueur doit symboliquement "tuer" un autre joueur sans se faire voir et donc doit s'intégrer dans la vie de tous les jours de sa victime. Pour cette dernière, le jeu surgira tout d'un coup sans qu'elle ne s'en rende compte. Un jeu pervasif se construit comme tel mais l'impression de mélange du monde réel et du monde du jeu sera d'autant plus grande qu'il s'appuiera sur la pervasivité naturelle de l'environnement du jeu.

1.3 Les jeux transmédia

Il n'existe pas dans la littérature de définition claire d'un jeu transmédia. Tous les exemples donnés sont des jeux qui appartiennent à une logique transmédia, c'est à dire qui forment un ensemble de flux de contenus répartis sur plusieurs médias. Dans son livre "Convergence culture where old and new media collide", Henry Jenkins explique le concept de convergence : l'existence de plusieurs médias disponibles en tout lieu et à tout moment crée un flux de contenus à travers ces différents supports. De façon simultanée, les consommateurs affluent vers l'ensemble des médias, pour s'informer, mais également à la recherche des contenus, de discussions susceptibles de confirmer, recouper, compléter ce qu'ils ont déjà appris [Jenkins, 2008]. C'est à la fois un phénomène "up down" de diffusion de contenus par les producteurs (narration transmédia), mais également un phénomène "bottom up" par les retours participatifs des utilisateurs. Par leur nombre, ces derniers constituent une force réelle suivant le principe d'intelligence collective élaboré par Pierre Levy (le tout est plus grand que la somme) [Jenkins, 2008]. Ce principe de convergence amène un changement

profond de notre relation avec l'information, donnant du poids aux communautés qui s'agrègent autour d'une opinion et pouvant ainsi contrebalancer la voix des producteurs [Jenkins, 2008]. La narration transmédia suit sept principes [Jenkins, 2009] :

- la *dissémination* qui permet aux usagers de créer, annoter et redistribuer du contenu sous différentes formes à travers les réseaux sociaux,
- l'*approfondissement* qui les voit rechercher dans les médias des informations en lien avec l'histoire, de façon à en connaître tous les détails.
- la *continuité* qui construit une histoire qui approfondit ou donne une suite à la précédente, mais qui reste dans ses canons;
- au contraire de la *multiplicité* qui construit une nouvelle histoire mais enrichie la précédente par une nouvelle idée ou un nouveau domaine de connaissance.
- l'*immersion* fait entrer le consommateur dans l'univers de la fiction,
- alors que l'*extraction* est la capacité de la logique transmédia de fournir aux fans un souvenir matériel de l'histoire.
- l'*univers* doit être riche et profond, afin de donner au public la possibilité de le découvrir, le parcourir, l'explorer à travers plusieurs médias, sans en rencontrer tout de suite les limites.
- la *sérialité* caractérise une histoire dispersée sur différents médias.
- la *subjectivité* fournit un autre point de vue au joueur.
- enfin, le caractère *participatif* de la narration permet au fan de s'exprimer.

Dans un projet transmédia, les contenus se développent sur plusieurs médias mais il en existe toujours un qui est prépondérant [Telecom, 2012]. Le jeu peut être cet élément prépondérant, les autres médias servant à promouvoir une partie de son univers³⁴. Il peut quelquefois n'être qu'une pièce du projet, comme dans la campagne de marketing du film *Blanche Neige*³⁵. Mais il peut également être la logique transmédia à lui tout seul. Dans ce cas, ses propres contenus sont disséminés sur les différents médias (*Alt-Minds* [Alt-Minds, 2012]). Les contenus possèdent différentes temporalités. Lorsqu'ils sont synchrones, ils

³⁴ <http://www.therabbithole.fr/2012/12/07/crysis-3-demarre-en-mode-transmedia/>, consulté le 06/12/2014

³⁵ http://www.slideshare.net/slideshow/embed_code/20714721, consulté le 06/12/2014

conjuguent leurs effets pour apporter un nombre important d'informations. Ils donnent ainsi de la profondeur à l'univers du jeu. Le jeu *Les défis des bâtisseurs*³⁶ fournit ainsi deux sites, l'un contenant des informations sur l'histoire de la cathédrale de Strasbourg, et l'autre, un jeu pour construire la seconde tour de la cathédrale. Il propose également un jeu en réalité virtuelle pour jouer à l'intérieur de l'édifice. Ces trois accès existent de façon simultanée et le joueur peut choisir de commencer par l'un ou l'autre indépendamment. Asynchrones, ils constituent des rendez-vous avec le jeu, fidélisant les joueurs et leur permettant d'attendre un nouveau rebondissement [Alt-Minds, 2012]. Dans tous les cas, la séparation de la narration en éléments distincts crée des espaces entre ces éléments, laissant la place à l'imagination du consommateur (Jenkins dans [Herr-Stephenson et al., 2013]). L'histoire résultante est ainsi la combinaison de l'histoire initiale et des parties imaginées par l'utilisateur. La convergence des médias n'intervient donc pas dans un média particulier mais dans la tête des consommateurs [Jenkins, 2008].

Les médias sont choisis en fonction de leurs qualités éditoriales. Ils peuvent être passifs (TV, radio, papier, livres, BD), interactifs (blogs, réseaux sociaux, webTV, sms, tablettes, ebook) ou hors-média (événement, exposition, concert) [Telecom, 2012]. Les médias interactifs sont les supports privilégiés de l'intelligence collective et de la participation. Les joueurs n'hésitent pas à mettre en commun leurs découvertes, leurs expériences, grâce aux réseaux sociaux internes au jeu, ou sur des sites, blogs, créés spontanément par les joueurs eux-mêmes, à l'extérieur du jeu, comme ce le fut pour le jeu *Alt-Minds* [Alt-Minds, 2012], et *Ghost of a Chance*, au Smithsonian [Goodlander, 2009]. Chaque indice trouvé, chaque piste de recherche suivie participent à la résolution commune de l'énigme. Les joueurs peuvent aussi contribuer à la progression du jeu par la création de dossiers, à la demande du jeu [Alt-Minds, 2012] ou à l'initiative de joueurs eux-mêmes. Le plaisir de partager avec la communauté peut être à l'origine de la participation des joueurs et de leur maintien dans le jeu. Dans *Ghost of a Chance* [Goodlander, 2009], certains joueurs ont confectionné un artefact, à la demande du jeu, par plaisir. Certains y voyaient un défi supplémentaire où ils pouvaient faire œuvre de créativité, et, pour d'autres, ne pouvant se

³⁶ <http://www.arte.tv/sites/fr/cathedrale-strasbourg/>, consulté le 06/12/2014

déplacer, une façon de participer tout de même au jeu.

Un jeu transmédia n'est donc pas forcément un jeu soumis à une narration transmédia. Celle-ci peut être intégrée dans le jeu qui constitue alors l'enveloppe générale de la logique transmédia. De notre étude, il apparaît qu'un jeu transmédia possède au moins une des trois composantes : une narration ou des règles développées sur plusieurs médias, un caractère participatif ou l'utilisation de l'intelligence collective pour résoudre un problème commun (collaboration) ou individuel (partage d'expérience).

1.4 Conclusions

Le jeu sérieux pervasif et transmédia est un bon candidat pour un dispositif de médiation ludique dans les musées car il brouille les relations entre le monde réel et le monde du jeu en proposant une autre expérience de l'espace, du temps et des relations sociales et offre des activités permettant un aller-retour entre le monde réel et le monde du jeu. Il offre également de multiples points de vue, développés sur plusieurs médias, autorisant une mise en commun d'informations et d'expérience pour tendre vers la résolution d'un objectif commun. Enfin, il permet de dispenser un message.

En effet, dans un musée, la relation du visiteur à l'espace et au temps est transformée. Le musée rompt avec le monde extérieur et avec le temps usuel créant ce que Michel Foucault appelle une hétérotopie et une hétérochronie [Foucault, 1984]. Foucault concède ainsi aux musées un statut particulier, en marge de la société, avec ses règles précises, différentes de celles du monde extérieur au musée, qui brouille donc naturellement les conventions [Foucault, 1984] et les notions d'espace et de temps. Sont mêlés à l'intérieur d'un musée, aussi bien le monde réel, porté par le visiteur, qu'un monde déconnecté de la réalité, porté par l'institution, avec ses propres règles temporelles, spatiales et sociales.

D'autre part, en entrant dans le musée, le visiteur s'insère dans un cadre social précis, soumis à des règles spécifiques qui vont impacter son comportement : on ne court pas, on ne crie pas. Cet espace social est clos mais il y croise et interagit éventuellement avec de nombreuses

personnes, connues ou pas, soumises aux mêmes règles sociales que lui. A ces personnes présentes s'ajoutent celles qui ne le sont pas mais qui hantent les locaux : inventeurs-trices, donateur-trice, propriétaires précédents. Tout un monde différent de celui que le visiteur côtoie tous les jours et qui s'immisce dans son monde et dans le jeu. Les joueurs peuvent à leur tour perturber les visiteurs non joueurs en adoptant un comportement particulier, en créant une communauté à laquelle le non-joueur ne participe pas.

Le musée apparaît donc comme un environnement à fort potentiel pervasif, indépendamment des technologies de la communication disponibles au sein de l'établissement. Le bâtiment, les œuvres, l'ambiance, les règles particulières, tout concourt déjà à donner l'illusion d'un autre monde, mêlé à celui de tous les jours.

Le musée crée une impression d'"*Active creation of believe*", notion définie par Janet Murray [Murray, 1997] et reprise par Emmanuel Guardiola dans sa thèse [Guardiola, 2014], c'est à dire une volonté de croire. Il prépare ainsi le visiteur à l'expérience que lui propose le jeu pervasif. Car le jeu pervasif possède également ses règles, crée son "Cercle magique", un monde où tout est possible, rendant crédible les intrusions du monde du jeu dans le monde réel, comme dans le jeu *Momentum*. L'hybridation entre le monde du jeu et le monde du musée et le monde réel peut donc se réaliser naturellement et sans jointure.

Le musée est un lieu transmédia. Les œuvres offertes à la contemplation sont chacune porteuse d'une histoire, élément d'un ensemble plus vaste, qui constitue une première approche. La confrontation des objets constitués en "série" construit un second discours. Au delà des objets, les textes des cartels, des livres, les vidéos, les audioguides, les sites web construisent une médiation à plusieurs canaux et plusieurs profondeurs. A ceux-ci s'ajoutent les visites guidées, les démonstrations, les ateliers pédagogiques. Toutes ces propositions offrent à différents types de visiteurs une visite adaptée à leurs goûts, à leurs expériences de visites passées, à leurs connaissances. Ce processus que nous pourrions qualifier de logique transmédia reste souvent confinée au musée et cible un public déjà conquis. Cependant, quelques éléments existent en dehors du musée, comme des documentaires en lien avec des expositions. Par exemple, le Louvre a proposé un documentaire, "La revanche de Vermeer", consacré à la vie du peintre et diffusé sur Arte, en parallèle de l'exposition "Vermeer et les

maîtres de la peinture de genre"³⁷. Cette diffusion sur un autre média peut toucher un autre public. Toutefois, il ne sera pas très différent, d'un point de vue des catégories socio-professionnelles, de celui visitant l'exposition ou assistant aux conférences. Le rapport "Musées du XXIème siècle" note pourtant que "les Français imaginent des musées de France encore plus accessibles, ...diversifiant davantage leurs publics, développant le "hors-les-murs" pour aller à la rencontre des plus éloignés, renouvelant et démultipliant leur offre... développant la médiation numérique *in situ* et sur les réseaux sociaux". Cependant, les préconisations du rapport n'intègrent que des démarches existantes, définies voire confinées à l'intérieur du musée. Or, le transmédia peut s'exporter. Le numérique, en proposant ses services en tout lieu, à tout moment, sur tout support, les diffuse au delà du musée. Ce dernier peut développer la logique transmédia à l'extérieur de l'institution, en y intégrant la visite *in situ* comme un des médias. En 1999, la customisation de la station de métro "Arts et métiers", réalisée au même moment que la rénovation du musée du même nom, participait de cet effort de relier le monde extérieur du musée au musée. Elle plongeait le voyageur dans l'univers "à la Jules Verne" du musée, l'incitant à la visite. Peu de musées tentent cette expérience d'une approche décalée, externalisée, qui va chercher un autre public directement dans la rue. Ce fut le cas du musée du Quai Branly-Jacques Chirac lorsqu'il a proposé un jeu transmédia en amont de l'exposition "Indien des Plaines"³⁸, ou du Smithsonian avec l'ARG (Alternate Reality Game, Jeu en Réalité Alternée) *Ghost Of A Chance* [Goodlander, 2009].

Quoiqu'il en soit, la profusion de discours et de supports à l'intérieur du musée permet *l'approfondissement* et la *sérialité*, au sens donné par Henri Jenkins [Jenkins, 2009], c'est à dire rechercher dans tous les médias, tous les éléments qui permettent de reconstruire une narration, étudier une idée, dans ses moindres détails et développer une même idée sur différents médias. Mais les autres principes de la narration transmédia sont également présents. L'histoire des œuvres présentées, de leurs inventeurs, est si riche qu'il est fréquent d'en aborder plusieurs moments lors de la visite d'un musée (*multiplicité*). De même, la comparaison de plusieurs œuvres, de leur condition d'apparition montrent souvent plusieurs points de vue sur une même idée (*subjectivité*). Un musée possède un *univers* particulièrement riche et profond, dans lequel un visiteur s'immerge dès son arrivée. Tous ces éléments peuvent être utilisés dans un jeu. Par ailleurs, des études montrent que, même lorsqu'ils viennent en familles ou en groupe, les individus ont tendance à se séparer pour voir les œuvres qui les

³⁷ <http://www.louvre.fr/expositions/vermeer-et-les-maitres-de-la-peinture-de-genre>

³⁸ <http://blog.sebastienmagro.net/2015/04/09/la-narration-transmedia-au-service-de-la-mediation/>

intéressent le plus mais se retrouvent ensuite dans des espaces et des moments privilégiés où ils mettent en commun leurs découvertes [Jonchery, 2014]. Nous retrouvons ici le principe de convergence où chacun recueille une information diffusée par le musée sur ses différents médias et la met en commun, la confronte avec les informations détenues par les autres pour constituer un récit.

Cette nouvelle offre de médiation est possible car dans un musée, les objectifs de la médiation ne sont pas des objectifs d'apprentissage formel. De façon générale, la médiation recouvre un processus d'interprétation des œuvres, qui peut être à but éducatif, comme expliquer la technique d'un peintre ou la signification d'une peinture dans son contexte historique, religieux ou social. Mais elle peut aussi proposer simplement d'expérimenter une autre attitude face aux œuvres, par des contes³⁹, des sons [Khagat et al., 2012], de la danse⁴⁰ par exemple. De fait, l'institution prend en considération le fait que le visiteur vient essentiellement pour le "plaisir et (la) culture" [Al-Khatib, 2013], pour le loisir [Deshayes and Le Marec, 2014]. La visite ne comporte pas de validation d'apprentissages, hors "un contrôle informel de culture personnelle" [Al-Khatib, 2013]. Toutefois, les visiteurs attendent tout de même de l'institution qu'elle leur fasse découvrir quelque chose [Deshayes and Le Marec, 2014] [Schmitt and Meyer-Chemenska, 2015]. Ce qui motive le visiteur n'est alors peut être pas "comprendre" mais "découvrir". Le jeu dans un musée serait-il alors autre chose qu'un jeu sérieux ? Quelque soit la réponse, il doit au minima proposer une dimension sérieuse pour satisfaire la partie de son public en attente de connaissance.

Le jeu sérieux pervasif et transmédia caractérise donc cette nouvelle forme de médiation ludique dans un musée. Afin de le vérifier, plusieurs expérimentations de jeux et applications de médiations pervasives, sérieuses et/ou transmédia ont été menées par le laboratoire CEDRIC (Centre d'Etude et De Recherche en Informatique et Communication) du Cnam. Elles avaient également pour objectif de mieux cerner les composantes de ces jeux, leurs spécificités et tester certains éléments de conception et de mise en œuvre.

³⁹ <http://www.quaibrantly.fr/fr/programmation/visites-contees.html>, consulté le 06/12/2014

⁴⁰ <http://pignonsurrue.net/actions-dans-les-musees/corps-desœuvres/>, consulté le 01/09/2015

2 Analyse de jeux et d'applications de médiation pervasives et transmédias

L'état de l'art a montré qu'un jeu pervasif sérieux et transmédia pouvait être un excellent vecteur de médiation dans les musées. Les jeux pervasifs sont des jeux nouveaux qui ont été étudiés notamment par le projet européen iPerG. Leurs travaux ont permis de définir plus précisément ce qu'est un jeu pervasif, ont proposé un formalisme et des règles de conception de jeu, sans toutefois modéliser ce dernier.

Or, si nous souhaitons pouvoir créer des jeux pour une visite dans un musée, de façon moins "artisanale", cette modélisation est nécessaire. Elle doit refléter ce qu'est un jeu pour un musée. Le cadre particulier dans lequel il se joue et l'objectif de médiation qui lui est donné lui confèrent des spécificités qu'il nous faut découvrir. Comment établir les relations que le jeu doit entretenir avec les œuvres, avec la temporalité particulière du musée ? Comment insérer l'œuvre, l'objet au centre du jeu ? Comment concilier le rythme lent de la découverte pour la contemplation et celui, plus rapide, du jeu ? Quelle importance possède le contexte social du visiteur avant, pendant ou après la visite ?

C'est pour apporter des réponses à ces différentes questions que l'équipe SempIA (Système Embarqués et Mobiles Pour l'Intelligence Ambiante)⁴¹ du laboratoire CEDRIC du Cnam a conçu et/ou a participé à la réalisation de cinq applications ludiques de médiation pour des musées au sein de quatre projets de recherche. Ce chapitre présente ces différentes réalisations, jeux puis applications ludiques, avant d'en dégager des principes de conceptions.

2.1 Les jeux pervasifs de médiation dans un musée : le projet PLUG

L'objectif du projet PLUG (Play Ubiquitous and Play more) était de construire des jeux pervasifs permettant la médiation des œuvres d'un musée. Ce projet fut financé par l'Agence Nationale de la Recherche et le pôle Cap Digital durant 27 mois (2007-2009)⁴². Il comportait 6 partenaires : le laboratoire CEDRIC du Cnam coordonnait le projet et avait en charge la

⁴¹ <https://cedric.cnam.fr/index.php/labo/semplia/description>

⁴² <http://cedric.cnam.fr/index.php/labo/projet/view?id=13>, consulté le 05/09/2016

partie middleware du jeu, le biofeedback et la gestion des états émotionnels, l'INT (Institut National des Télécommunications) co-gérait le projet et la réalisation du jeu, l'ENST (Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications) définissait et réalisait les tests d'usage, le laboratoire L3I (Laboratoire Informatique, Image et Interaction) de l'université de La Rochelle étudiait l'adaptabilité, la société Tetraedge concevait le jeu et l'association Dune le scénarisait. Le Musée des arts et métiers du Cnam apportait la dimension médiation avec les œuvres du musée et constituait le lieu d'expérimentation.

Deux jeux pervasifs sérieux furent conçus dans le cadre de ce projet, chacun avec des principes de médiation et de jeu différents. Ce chapitre les présente chacun, d'abord par une description générale, suivie par les principes de conception, l'architecture technique et enfin, une analyse du jeu mettant en exergue les différents enseignements de ces réalisations pour notre objectif de thèse. Ils seront mis en perspective dans la conclusion générale de ce chapitre.

2.1.1 Le jeu "Plug, les secrets du musée" (PSM)

"Plug, les secrets du musée" (PSM) est le premier des deux jeux réalisés dans le cadre du projet. Il est présenté de façon détaillée dans [Aunis et Astic, 2009] et [Astic et al., 2011], pour les aspects ludiques, et dans la thèse de Michel Simatic [Simatic, 2012], dans un chapitre de livre [Gressier-Soudan et al., 2011] et un article [Simatic, 2009] pour les principaux aspects de l'architecture technique du jeu.

2.1.1.1 Conception

La première tâche du consortium, lors de la conception du jeu, fut d'en définir les spécifications ludiques, pédagogiques et techniques. Ce travail fut un réel travail collaboratif entre Emmanuel Zaza, co-créateur du studio de jeu Tetraedge, partenaire du projet, les professionnels du musée et les chercheurs du projet. Ensemble, nous nous sommes interrogés sur le public visé, sur le comportement du visiteur, seul, en couple, en groupe, en famille, sur ce qu'il cherchait vraiment au musée : comprendre les objets ? L'histoire des techniques ? Les hommes et femmes qui ont participé à cette histoire ? Les réponses à ces questionnements nous ont permis de lister les objectifs de médiation du jeu, "PLUG, les secrets du Musée" (PSM).

Nous voulions que les visiteurs découvrent la totalité du musée. Bien souvent, par fatigue, ils n'achèvent pas leur visite et s'arrêtent au bout de 90mn sans visiter les 3 derniers espaces ou en les parcourant très rapidement. Nous voulions que cette visite jouée les amène à parcourir l'ensemble du musée. Mais nous voulions également qu'ils s'intéressent aux œuvres majeures du musée, les "objets-phares", quitte à ne voir que ceux-là (cf **Figure 3**). Nous souhaitons



que le jeu leur apporte de la connaissance sur ces objets mais aussi sur leurs inventeurs, moins fréquemment abordés par les visiteurs. C'est pourquoi, nous désirions que cette application dévoile quelques unes de ces personnalités.

Figure 3 : Joueurs devant la Machine de Marly

Mais nous ne voulions pas réduire l'expérience vécue par le visiteur à une simple médiation. Nous voulions aussi qu'il joue. C'était également pour nous, une façon de lui faire découvrir le musée autrement que comme une institution sérieuse, mais plutôt comme un espace social interactif où il est possible de s'amuser, de rencontrer d'autres personnes, d'oser leur parler alors que la règle tacite est plutôt la discrétion. Ce fut la première spécification de la partie proprement ludique du jeu : nous constatons que les visiteurs s'adressaient peu la parole, sauf lorsqu'ils essayaient de comprendre - ou de faire comprendre - un mécanisme à quelqu'un d'autre. L'application que nous souhaitons mettre en place devait encourager une socialisation.

Ces choix effectués, il nous fallait définir le format que pouvait revêtir le jeu. Les objectifs du jeu ont amené Emmanuel Zaza, à nous proposer celui du jeu des 7 familles. C'est



un jeu simple, dont les principes sont connus de tous. Il n'y a pas d'apprentissage particulier sur le fonctionnement et les règles du jeu. Par sa nature, celui-ci impliquait nécessairement des échanges entre les joueurs. Pour intégrer la médiation et notamment la découverte des objets et des lieux, il fut également décidé d'intégrer des échanges avec des bornes placées devant les objets phares que nous souhaitions présenter. Le premier but du jeu était de construire une des 4 familles présentes dans le jeu, en échangeant des cartes virtuelles représentant des objets, soit avec d'autres joueurs (cf Figure 4), soit avec les bornes devant les objets (cf Figure 3).

Figure 4 : Echange de cartes virtuelles entre joueurs

Le danger était que les joueurs courent de borne en borne, de joueur en joueur, sans regarder finalement ni le musée ni les œuvres. Nous avons donc conçu des textes pour présenter les objets (les "focus") et trois quiz par œuvre pour tester leur connaissance, les inviter à s'intéresser aux objets et leur apporter des contenus de médiation complémentaires. Nous avons également conçu des présentations sonores des objets. Elles avaient la forme de monologues, qui personnifient les objets, donnaient un point de vue décalé sur leur histoire. Comme nous souhaitions que la médiation soit légère, sans nécessité d'apprentissage, nous avons fait en sorte que les focus soient optionnels, c'est à dire que les joueurs y accèdent uniquement s'ils avaient envie, que les quiz ne soient possibles, sans être obligatoires, que lorsque le joueur déposait la carte virtuelle dont l'effigie représentait une œuvre, devant cette œuvre, et que les sons puissent être occultés s'ils gênaient le visiteur. Défini ainsi, nous craignions que le jeu ne devienne une simple promenade dans le musée. C'est pourquoi, sur proposition d'Emmanuel Zaza, nous avons décidé de le rythmer en associant des gains aux différents échanges et aux réponses aux quiz et en limitant sa durée. L'affichage du score du joueur, du meilleur score et du temps restant devaient motiver le joueur dans ses déplacements et dans sa volonté à répondre aux quiz. Le second but du jeu était donc d'accumuler le plus de points.

Ces deux mécaniques de jeu ont impliqué un équilibrage délicat : nous devions conserver une

dimension ludique au jeu, tout en favorisant la médiation. Après plusieurs tests par l'équipe de conception, le temps de la session fut abaissé à 55mn, hors présentation du jeu. Ce temps était assez court pour favoriser l'immersion du joueur. Pour l'inciter à répondre aux quiz, chaque tentative de réponse donnait 60 points, soit un total de 180 points pour l'ensemble des quiz, contre 100 points uniquement pour le rangement d'une carte sur une borne ou son échange avec un autre visiteur.

Enfin, une histoire fut conçue pour intégrer le joueur dans un univers virtuel et rendre cohérent les monologues des objets. Chaque famille reçut une dénomination en lien avec cette histoire et la thématique des objets de la famille. Les noms devenaient ainsi également des éléments de médiation (cf Figure 5)

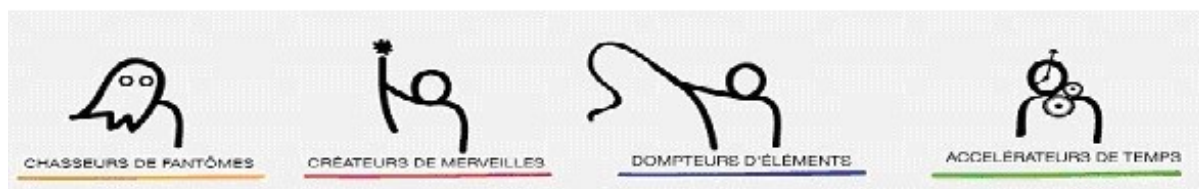


Figure 5 : Dénomination des familles du jeu "Plug, les secrets du musée"

Le jeu rencontra un franc succès. Toutes les sessions de jeu ouvertes lors des tests, pour l'événement "Futur en Seine" ou lors de vacances scolaires furent complètes. Les entretiens réalisés auprès de différents testeurs ou les retours spontanés des visiteurs ont montré que le jeu donnait vraiment une image différente du musée, qu'il permettait de voir l'ensemble des collections et, comme 55mn ne permettait pas d'avoir une vue approfondie de celles-ci, il donnait envie de revenir ou de rester au musée pour continuer cette découverte. Les joueurs appréciaient également le sentiment de liberté que leur conférait l'application dans le parcours du musée. Ils se sentaient dégagés des choix des conservateurs pour la présentation des œuvres. De plus, les différentes actions proposées par le jeu permettaient de jouer selon son caractère (s'amuser à ranger les cartes sur les bonnes bornes, préférer les échanges avec les autres) et en facilitaient la prise en main (cf Figure 6).



Figure 6 : Ensemble des propositions du jeu "Plug, les Secrets du Musée"

En contrepartie, apparut une opposition flagrante entre temps du jeu et prise de connaissance du contenu. Alors que nous pensions que 180 points seraient suffisants pour motiver les joueurs à répondre à nos questions, la pression du rythme les incita plutôt à bouder ces aspects qui prenaient trop de temps (les focus ne furent pas du tout regardés) et à favoriser les échanges de cartes qui rapportaient "quand même" 100 points et surtout rapprochaient des objectifs du jeu : finir le premier sa famille, accumuler le plus de points. Le temps du jeu se différençait totalement du temps de la médiation. Comme l'a remarqué un des joueurs : "Jouer c'est avoir un objectif, être en concurrence et se concentrer vraiment sur son objectif, c'est manipuler. Visiter, c'est s'imprégner, c'est regarder, prendre du recul. Ce qu'on n'a pas du tout en jouant" [Jutant, 2011]. "PLUG, les secrets du musée" PSM était un jeu de compétition. La motivation du jeu avait pris le dessus sur l'envie de savoir : "Les règles du jeu se sont substituées à celles du musée, opérant une médiation nouvelle, au risque de priver le visiteur de l'accès aux objets. On en a conclu que le jeu manquait de pédagogie, supposant par là qu'en remaniant les règles du jeu, on pouvait concilier le jeu et l'accès aux objets du musée." [Craipeau and Koster, 2009]. Mais ces nouvelles règles modifiaient de façon positive le rapport des joueurs entre eux car elles favorisaient les échanges (cf Figure 7): « Un autre élément à contresens de la visite traditionnelle qu'induisait le jeu était la collaboration nécessaire entre les équipes. La visite n'était donc plus individuelle mais s'enrichissait des contacts faits aux détours du jeu lorsqu'il fallait échanger les cartes. » [Craipeau and Koster, 2009].



Figure 7 : Echange entre deux équipes du jeu "PLUG, les Secrets du Musée"

2.1.1.2 Aspects techniques

D'un point de vue technique, nous devions résoudre le problème de l'indisponibilité de réseau global dans le musée. Le bâtiment dans lequel se trouve le Musée des arts et métiers est un bâtiment classé aux Monuments historiques. Il n'est donc pas possible d'y faire des travaux dans le but d'une expérimentation. L'installation d'un système WiFi s'est donc révélée problématique et nous ne disposions d'aucune carte SIM pour nos téléphones Nokia 6131 à lecteur NFC⁴³. La géolocalisation à l'intérieur du bâtiment ne pouvait s'effectuer que par des puces NFC apposées sur des bornes, installées à proximité des objets mis en valeur par le jeu. Les solutions de géolocalisation indoor sur étagère qui existent aujourd'hui, n'existaient pas en 2009. Par ailleurs, il n'était pas possible de télécharger du contenu sur les téléphones. C'est pourquoi, chaque terminal possédait les contenus et les médias nécessaires, ainsi que le moteur de jeu et son état.

Celui-ci était utile pour guider le joueur vers les cartes virtuelles qui lui manquaient. Grâce à l'état du jeu, le joueur obtenait des indices sur la localisation de ses cartes manquantes. Pour que le joueur dispose de ces informations sans réseau global, Michel Simatic a défini une mémoire répartie partagée (ou DM pour Distributed Memory, cf Figure 8), dont la mise à jour reposait sur le réseau constitué par les terminaux de lectures des différents joueurs et les puces NFCs associées aux objets [Simatic, 2012].

⁴³ Near Field Contact = à lecture proche. Type particulier de puces Rfid.

2.1.1.3 Description de la mémoire partagée

Le principe en était le suivant : il existait une mémoire répartie partagée entre les terminaux et les puces NFC. Cette mémoire était constituée d'enregistrements. Chaque enregistrement représentait le contenu d'une étiquette NFC. Il contenait un identifiant de carte virtuelle ($DM_{mi}[j]$ ou $DM_{ri}[j]$) et un vecteur d'horloge ($VC_{mi}[j]$ ou $VC_{ri}[j]$) qui matérialisait une date logique dans l'évolution de l'application.

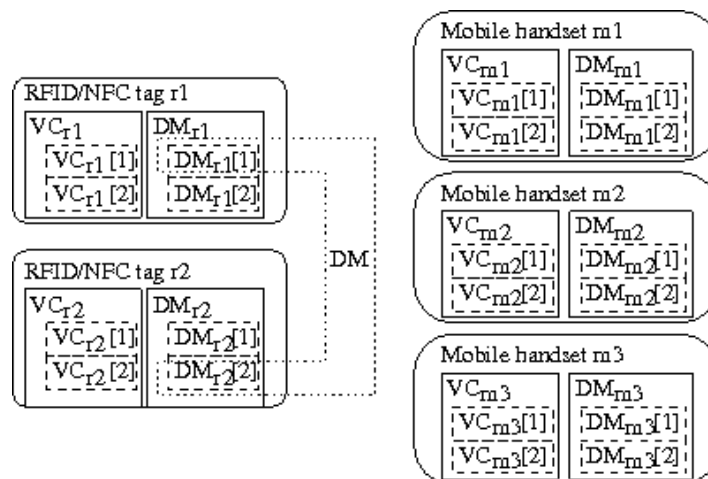


Figure 8 : Illustration des données présentes dans le jeu PSM

(pour simplifier la figure, nous n'avons représenté que 2 étiquettes RFID et 3 téléphones mobiles) *schéma et légende extraits de la thèse de Michel Simatic [Simatic, 2012].*

Le vecteur d'horloge datait l'arrivée de la carte sur ce support. Michel Simatic a prouvé que, grâce à son algorithme de mise à jour, ce vecteur d'horloge pouvait constituer une horloge logique pour dater et maintenir les liens de causalité entre les événements survenus dans le système de jeu [Simatic, 2012]. Cette estampille peut donc être vue comme une date logique ou comme un numéro de version associé à l'emplacement.

Chaque enregistrement de terminal ou d'étiquette avait le même emplacement fixe dans la mémoire distribuée. Chaque borne associée à un objet disposait d'une étiquette NFC. Dans la mémoire d'une étiquette NFC ou d'un terminal, il existait autant d'enregistrements que d'étiquettes NFC, disposées dans le jeu. La mémoire partagée des terminaux contenait un enregistrement de la valeur du plus haut score connu par le terminal et du vecteur d'horloge

associé datant ce score. D'autres informations étaient conservées en dehors de la mémoire partagée, par exemple, les identifiants des étiquettes NFC et des terminaux, la valeur du score du joueur.

Lors d'un échange avec une étiquette NFC ou avec un autre terminal, le terminal mobile mettait à jour sa vue locale de la DM en modifiant les enregistrements correspondant à ceux lus sur la puce ou sur l'autre terminal et dont les vecteurs d'horloge étaient plus récents. Il mettait également à jour sur l'autre terminal ou sur la puce, les enregistrements pour lesquels il détenait des valeurs plus récentes. Dans le cas d'un échange avec un terminal, il recopiait également le score le plus élevé, si celui-ci était supérieur à celui qu'il possédait.

Dans sa thèse, Michel Simatic a montré que cette mémoire partagée et répartie était cohérente sous deux conditions [Simatic, 2012] :

- la première était que le temps de lecture ou d'écriture soit plus grand que le temps d'estampillage horaire d'une donnée, ceci afin d'assurer que deux données mises à jour de façon consécutive auraient toujours deux datations différentes.
- la seconde était que l'initialisation des horloges des différents terminaux soit faite à la même valeur et dans le laps de temps donné par la lecture ou l'écriture de ces données et en tenant compte de la dérive éventuelle de l'horloge entre deux initialisations (une journée est le délai admis pour une réinitialisation). Cette seconde condition permettait de vérifier que la première serait toujours satisfaite.

Ainsi, l'état du jeu était maintenu en permanence par les joueurs. L'état d'un jeu à un instant t , est défini par les valeurs des attributs des éléments déterminant la progression du jeu. Cet état du jeu n'était pas global mais réparti sur les différents terminaux et puces NFC. Aucun terminal n'avait une vue à jour mais chaque joueur possédait des indications quant à la probable disponibilité d'une carte sur une borne. La fréquence des échanges assurait la fraîcheur des informations et la vivacité du système, c'est à dire la certitude que le système ne se retrouverait pas bloqué

2.1.1.4 Gestion de l'état du jeu

La gestion de l'état du jeu était assurée par le moteur de jeu. Il aurait pu être composé des données suivantes :

- pour les bornes : l'identifiant de la borne, l'identifiant de la carte virtuelle qu'elle contient, la date de son arrivée sur la borne, sa localisation, son nom (l'objet près duquel elles sont placées),
- pour les cartes : leur localisation, le nom de la famille à laquelle elle appartient, leur nom (l'objet qu'elle représente), leur identifiant, les sons associés au dépôt de la carte sur un terminal ou sur une borne,
- pour les terminaux : les identifiants des cartes qu'ils contiennent (la main), leur localisation, le nom de la famille à compléter, le score le plus élevé,
- pour les joueurs ou les équipes : le terminal qu'ils ont en leur possession, leur score, le nombre de familles réalisées
- globalement, le temps de session restant.

Mais certaines de ces informations étaient redondantes, d'autres non nécessaires. Ainsi, à un joueur ou à une équipe était associé un unique terminal. Dans la mesure où le jeu ne mémorisait pas de profil de joueur, le joueur pouvait être confondu avec son terminal. D'autre part, la localisation absolue du terminal importait peu, ce qui était important était sa localisation près d'une borne ou du terminal d'une autre équipe, de façon à pouvoir être lu. Dans ce cas, une action d'échange se déclenchait automatiquement (la distance NFC était très faible, ce qui impliquait que la présence du terminal près de l'étiquette ou du lecteur était intentionnelle et souhaitait provoquer cet échange). Les informations utiles pour un terminal sont donc :

- la main,
- le nom de la famille en cours de réalisation,
- le nombre de familles réalisées,
- le score du joueur ou de l'équipe
- et le score le plus élevé.

La localisation des cartes et l'identifiant de la carte se trouvant sur la borne étaient par ailleurs deux informations redondantes une fois intégrées dans la mémoire répartie partagée. Chaque étiquette ayant strictement la même place dans toutes les mémoires distribuées, parcourir la mémoire permettait de savoir où était localisée une carte spécifique. Cette information étant nécessaire sur chaque borne, elle n'était pas dupliquée au niveau de la carte. La localisation et le nom des bornes étaient indiqués sur un plan fourni aux joueurs au début du jeu. Ces informations, permanentes, n'étaient pas mémorisées dans le jeu. L'appartenance d'une carte virtuelle à une famille était permanente également. Les informations conservées sur la borne se limitaient donc à

- l'identifiant de la borne,
- l'identifiant de la carte virtuelle qu'elle contenait et la date de son arrivée sur la borne,
- les enregistrements des contenus les plus récents des autres bornes et terminaux,
- et la date de fraîcheur de ces informations.

Les informations concernant les cartes (famille à laquelle elles appartiennent, sons, ...) n'étaient pas mémorisées dans la DM. Elles étaient conservées à part sur chaque terminal car posséder les quatre cartes d'une famille constituait un événement qui permettait de changer de famille. Il fallait donc que la constitution des familles soit connue localement. D'autre part, les sons étaient différents selon qu'une carte arrivait sur un terminal constituant une famille ou une autre. Le caractère dynamique de ces comportements nécessitait la conservation de ces informations au sein du terminal, d'où le schéma d'architecture technique du jeu PSM suivant (cf Figure 9) :

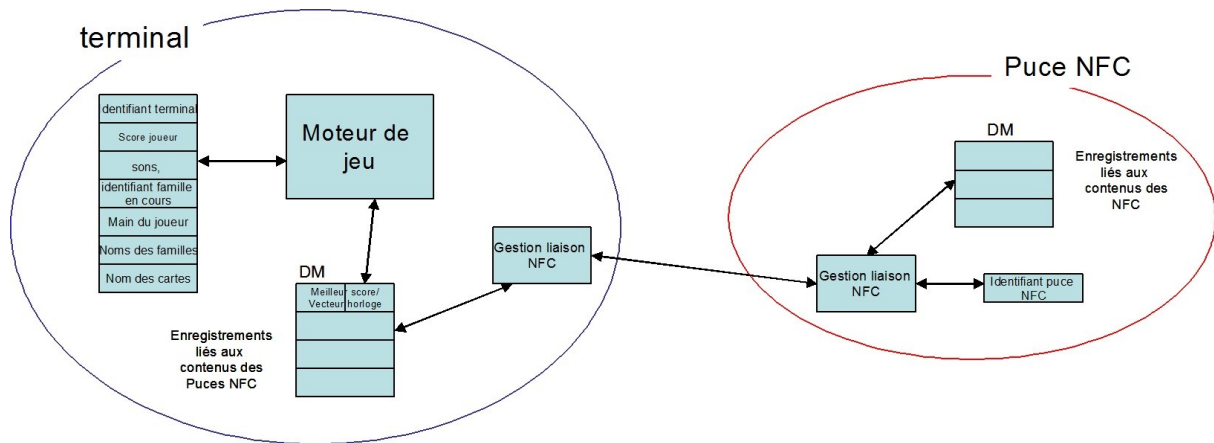


Figure 9 : Organisation des différents constituants du jeu PSM

Déterminer l'état global d'un système réparti n'est pas simple. D'après [Raynal, 1992], l'état global est la réunion des états locaux de chacun des systèmes et des canaux de communication entre ces systèmes. Cet état global doit de plus être cohérent, c'est à dire que tout événement intégré dans un des états locaux de l'état global doit avoir son origine ou doit trouver sa terminaison dans un des autres états locaux inclus dans l'état global. L'état global ne peut donc pas être un état exact mais est une association d'états cohérents [Raynal, 1992]. Dans PSM, il aurait été constitué des cartes sur les bornes et dans les terminaux et celles en cours de transfert entre un terminal et une borne ou entre deux terminaux.

Cependant, connaître l'état global de PSM n'était pas réellement intéressant car il représentait un état transitoire, qui aurait peut être existé mais qui, de toutes façons, avait toutes les chances de ne plus exister lorsque le joueur parvenait à la borne sur laquelle se trouvait la carte qu'il convoitait. Cette incertitude participait d'ailleurs au plaisir de jouer.

2.1.1.5 Analyse du jeu

PSM est un jeu pervasif car il mêle le monde réel du joueur au monde virtuel des objets personnalisés. Chaque œuvre avait été imaginée avec un caractère spécifique. Celui-ci transparaissait dans les commentaires qu'effectuaient la carte le représentant, lorsqu'elle changeait d'emplacement : borne ou téléphone. Autrement dit, à chaque lecture et écriture NFC, le monde virtuel du jeu s'invitait dans le monde réel.

PSM est un jeu émergent. Selon Jesper Juul, tous les jeux peuvent s'exprimer selon

une combinaison de deux types élémentaires : les jeux émergents et les jeux de progression [Juul, 2005]. Un jeu émergent possède "des règles pour fournir plusieurs variations", autrement dit, le joueur combine un nombre réduit de règles pour définir ses stratégies de jeu [Juul, 2005]. Le jeu d'échec est un jeu "émergent". PSM n'offre que quatre règles : "échanger avec une borne", "échanger avec un autre joueur", "répondre aux quiz", "lire les focus". C'est l'association de ces règles simples, et notamment les trois premières, qui autorise la progression du jeu. C'est pourquoi nous pouvons dire que PSM est un jeu émergent.

Si nous nous intéressons aux graphes des missions, ou graphes des gameplay⁴⁴, qu'il propose, nous pouvons associer cette émergence à l'aspect cyclique du graphe où toutes les missions sont en relation entre elles, à l'exception du focus (cf Figure 10). Le joueur de PSM a la possibilité de construire ses tactiques, c'est à dire de construire son graphe de missions, en fonction de celles qui sont autorisées. Cette possibilité est assurée par les relations bidirectionnelles reliant la plupart des missions du jeu 2 à 2.

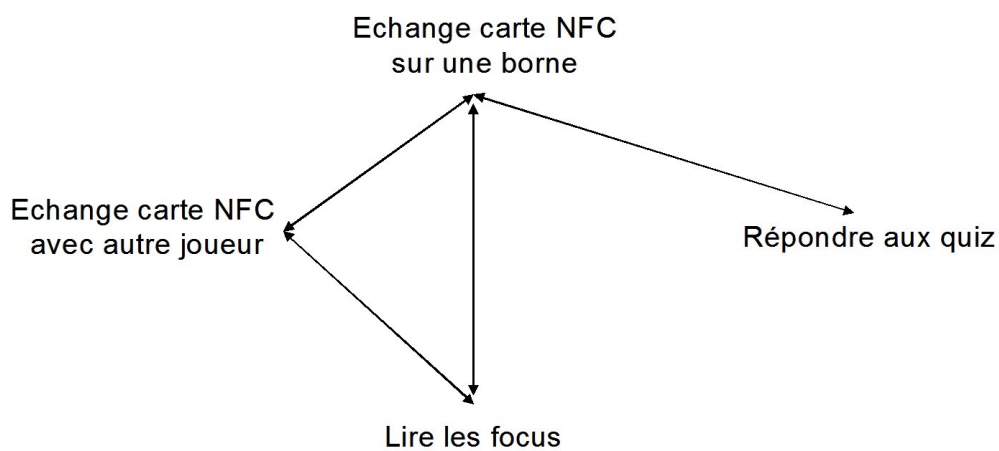


Figure 10 : Boucle des missions de PSM

Le jeu PSM peut également se modéliser selon une architecture classique à trois niveaux, telle que peut l'avoir définie [Bakkes et al., 2012] ou [Babin, 2016]. Les deux niveaux supérieurs possèdent à la fois des objectifs de jeu et de médiation. Le premier niveau est celui des actions qui influent sur l'environnement du jeu, celles qui indiquent que faire concrètement, ou celles qui répondent à la question "What ?" [Babin, 2016]. Elles n'ont pas d'objectif si ce n'est celui

⁴⁴ Je reprendrai dans le cadre de cette thèse la définition suivante du gameplay : "ensemble des actions cognitives ou physiques proposées par le jeu" [Pereira and Roque, 2012]

de donner une marche à suivre au joueur. Pour PSM, vu du point de vue du concepteur, ces actions sont : se déplacer vers les bornes, rencontrer d'autres joueurs, procéder techniquement à l'échange, ouvrir la boîte de dialogue des quiz, etc... Le second niveau est celui des tactiques, ensemble d'actions [Bakkes et al., 2012] qui déterminent plus globalement les missions ou les règles du jeu. Elles sont les réponses à la question "How ?" [Babin, 2016]. Dans notre cas, et toujours selon le point de vue du concepteur, ces règles du jeu sont : "échanger des cartes entre terminaux mobiles", "replacer une carte figurant un objet sur la borne à côté de cet objet", "répondre à des quiz" ou "lire des focus". Enfin, le dernier niveau est celui des objectifs, vus comme un ensemble de tactiques [Bakkes et al., 2012] et qui donnent les réponses à la question "Why ?" [Babin, 2016]. Il permet de donner un but ludique et sérieux au jeu et d'indiquer quand le jeu s'arrêtera. Ces objectifs peuvent être différents selon le point de vue où nous nous plaçons. Les concepteurs ont imaginé deux intensions à PSM : la découverte du musée et encourager la socialisation. Mais pour les joueurs, les objectifs étaient "découvrir le musée", "reconstituer une famille", "gagner des points" (cf Figure 11).

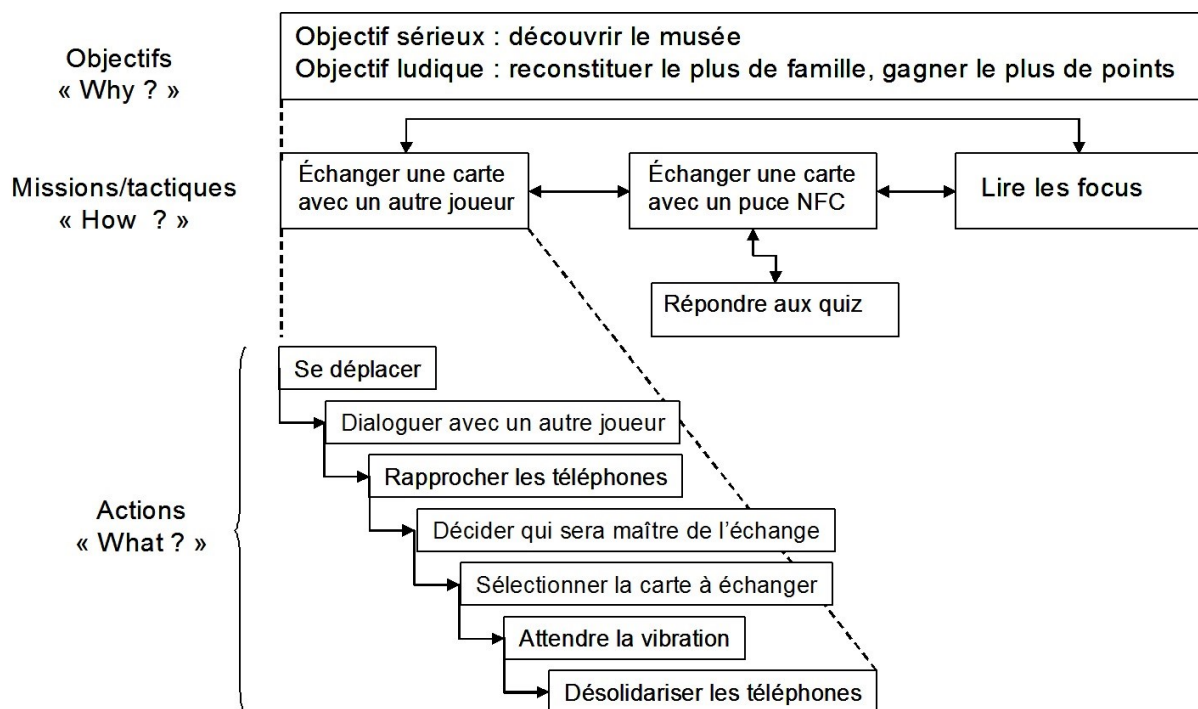


Figure 11 : Modélisation du jeu PSM du point de vue des joueurs

Une seule mission n'était pas incluse dans le cycle : le quiz. Cette différence peut en partie expliquer le déséquilibre du jeu PSM. Ce déséquilibre a été noté par les adultes qui aurait souhaité plus de contenu scientifique au sein du jeu et moins d'incitations à des actions ludiques. Le graphe ci-dessus nous montre que les joueurs avaient effectivement plus de sollicitations pour des actions sans médiation que pour des actions contenant des informations sur les objets. Pourtant, ce n'est pas la seule explication qui convienne. En effet, les focus faisaient partie des missions en liens avec toutes les autres. Pourtant, aucun joueur ne s'y est intéressé. Les raisons avancées par les joueurs étaient :

- le temps de lecture trop long par rapport au temps de la session de jeu
- le caractère non incitatif de ces actions :
 - soit parce que non visible,
 - soit parce que le gain n'équilibrait pas le temps passé à lire les focus et répondre aux questions, ce qui était dommageable dans un jeu de compétition.

Cependant, le déséquilibre a rarement conduit à une insatisfaction du joueur, contrairement aux concepteurs. Lors des évaluations, les retours des joueurs ont été jugés décevants par les professionnels du musée car ils ne semblaient pas avoir retenu beaucoup d'informations à propos des objets et les contenus scientifiques du jeu n'avaient pas été autant consultés que les concepteurs l'auraient souhaité. Cependant, il en est différemment pour les joueurs. Si la plupart des visiteurs adultes ont trouvé que l'aspect éducatif était insuffisant, tous ont spontanément convenu que ce jeu était un superbe outil de découverte des collections. Certains semblent avoir goûté suffisamment cette nouvelle forme de médiation pour se présenter spontanément au musée dans le but de jouer à la seconde version du jeu (jeu "Plug, Université Paris Nuit" décrit dans le chapitre suivant). Les plus jeunes ont apprécié le jeu PSM, sans réserves, certains effectuant plusieurs sessions sur plusieurs jours.

Peut être est-ce parce que pour les plus jeunes, qui ont une pratique ludique importante, un jeu doit être avant tout un jeu [Lavigne, 2016] et donc, le contrat ludique était rempli ? Par contre, il est clair que pour certains adultes, il existe un réel contrat entre le musée et son public : celui d'apprendre quelque chose, et pour eux, ce contrat n'avait pas été rempli. Tous cependant ont éprouvé un grand plaisir à la découverte du musée. De même, la dimension sociale a été une source de satisfaction pour le joueur. Rechercher une autre équipe et effectuer l'échange

de carte, téléphone contre téléphone, les a d'abord surpris, puis complètement conquis par la complicité que créent ces actions [Jutant, 2011]. Cette relation sociale constitue, semble-t-il, une caractéristique d'un jeu : "les visiteurs opposent l'activité collective [le jeu] à l'activité solitaire [la visite]" [Jutant, 2011]. Autrement dit, une visite de musée serait une activité plutôt solitaire, tandis qu'un jeu serait plutôt une activité collective.

En conclusion, l'équilibrage des aspects ludiques et non ludiques du jeu est nécessaire, à l'instar des jeux sérieux en général. Mais ce que nous indique PSM est que, dans le cadre d'un musée, plusieurs visions sont à prendre en compte. Pour le concepteur, le jeu doit apporter des connaissances aux visiteurs. Pour les visiteurs, une découverte du musée semble suffisante. Mais là encore, deux publics existent : celui des adultes qui souhaite cette découverte tandis que les plus jeunes sont déjà satisfaits d'une expérience strictement ludique.

Cette expérimentation nous a permis d'évaluer la mise en œuvre et la validité d'une architecture répartie. Ce type d'architecture est la seule possible pour un jeu multi-joueur en cas d'absence de réseau. Les terminaux des joueurs contenaient le moteur de jeu et l'ensemble du contenu, tandis que la mémoire répartie maintenait les données constituant l'état du jeu, assurant ainsi sa progression. Cependant, cette architecture est tributaire de la vivacité du système, c'est à dire du nombre d'échanges permettant la mise à jour de l'état du jeu. Il paraît donc particulièrement intéressant d'insister sur la dimension sociale du jeu, lors de la mise en œuvre d'une telle architecture.

Elle a également conduit à la conception d'un jeu particulièrement simple à mettre en œuvre. S'appuyant sur l'utilisation des RFIDs (Radio-Fréquence Identifier)⁴⁵ et d'une mémoire distribuée, il n'imposait pas les lourdeurs d'un système de communication global à installer, tester, configurer et surveiller. Cette facilité d'installation a conduit à envisager une industrialisation immédiate du jeu qui n'a cependant pu se faire.

⁴⁵ identification par radio fréquences

Qu'en est-il de la réutilisabilité du jeu dont l'importance a été dégagée dans l'introduction à la thèse ? Comment la définir ? [Hansen et al., 2013] se sont penchés sur cette notion dans le cas des jeux en réalité alternée (ARG), que les auteurs définissent comme des jeux de progression, pervasifs, transmédia et possédant une forte narration. Bien que PSM ne soit pas un ARG, nous pouvons nous référer aux définitions proposées par [Hansen et al., 2013] car elles sont plus générales que les cas des ARG. Un jeu y est défini comme réutilisable s'il possède une ou plusieurs des caractéristiques suivantes [Hansen et al., 2013] :

- jouable : un jeu qui peut être joué plusieurs fois tout en maintenant la satisfaction du joueur,
- adaptable : un jeu qui peut être modifié pour mieux satisfaire plusieurs profils de joueurs ou qui évolue en fonction du lieu et du temps,
- extensible : un jeu qui peut être augmenté sans altérer l'âme initiale du jeu ni sa qualité.

Nous constatons qu'un jeu émergent est un jeu "jouable" : à chaque session, le joueur crée des combinaisons de règles inédites qui renouvellent complètement le jeu. Un jeu sérieux émergent ne l'est pas. En effet, il intègre un contenu pour lequel le plaisir de la découverte n'existe généralement que la première fois qu'il est lu, entendu ou vu. Il ne devient jouable que :

- si ce contenu change à chaque session :
 - soit parce que le joueur n'en avait vu qu'une partie auparavant. Le jeu *Les mystères de Rennes*⁴⁶ utilise ce procédé pour soumettre des quiz renouvelés au joueur. Le jeu dispose d'un ensemble de questions dont il en tire 3 au hasard à chaque défi.
 - soit parce que le contenu est entièrement modifié.
- s'il y a un intérêt de retrouver ce même contenu. Dans *Les Mystères de Rennes*, le joueur retrouve de temps en temps des questions déjà vues mais cette configuration n'est pas gênante car d'une part, cette question est associée à d'autres, nouvelles, et d'autre part, connaître la réponse lui confère un avantage. La réponse aux quiz est chronométrée et les gains sont fonction du nombre de bonnes réponses. Connaître une bonne réponse parmi d'autres inconnues permet de répondre plus rapidement, et donc de collecter plus de points, et d'avoir le plaisir de la découverte.

⁴⁶ "Les mystères de Rennes"

Un jeu émergent est adaptable car il permet à chaque joueur de définir ses propres objectifs tout le long du jeu et donc de les adapter à ses capacités. Il repose sur les mécaniques du jeu qui s'appuient elles-mêmes sur le principe d'autorégulation : le joueur possède la liberté de choisir entre plusieurs missions du jeu, de gains à peu près équivalents.

Un jeu émergent est potentiellement extensible : des joueurs ont su intégrer d'autres actions que celles conçues par l'équipe du projet, leur permettant ainsi d'élaborer d'autres tactiques. Par exemple, lorsque le projet a disposé de cartes SIM, un joueur retardait les autres joueurs en leur donnant de faux rendez-vous dans le musée. L'ajout de cette action a sensiblement augmenté le potentiel ludique du jeu pour ce joueur.

2.1.2 Le jeu "Plug, Université Paris Nuit" (PUPN)

Les retours mitigés de certaines catégories de public concernant les aspects sérieux du jeu nous poussèrent à recréer un second jeu de toutes pièces, en tirant les enseignements du premier. Si nous voulions que le jeu plaise à un public varié, comme il en existe dans les musées, il nous paraissait important qu'il soit adaptable. Nous avons décidé d'étudier le potentiel de l'adaptation dynamique. Nous voulions également étudier une autre facette de la dimension sociale : la collaboration. Enfin, nous souhaitons que les objectifs de médiation de ce second jeu soient plus en lien avec les objets du musée.

2.1.2.1 Conception du jeu

L'objectif pédagogique choisi pour ce second jeu était de sensibiliser les joueurs à l'existence de lignées techniques. Notre but était qu'ils comprennent qu'une innovation est toujours redevable à d'autres découvertes techniques antérieures et qu'elle naît dans un contexte favorable à son éclosion, qu'il soit social, politique et/ou économique. Nous avons donc choisi deux objets conçus à partir de nombreux procédés techniques. Ce furent les "objets cibles".

Puis, pour chacun, nous avons sélectionné trois objets sans lesquels, l'objet cible n'aurait jamais pu exister. Le rôle du joueur était de découvrir un des objets cibles et de remonter la "chaîne de l'innovation" en cherchant les objets intermédiaires ayant permis sa réalisation. Pour chaque objet, il devait donc comprendre son fonctionnement et, in fine, comment il s'intégrait dans l'objet cible.

Nous voulions également que le joueur ait une démarche dynamique, qu'il soit un véritable

acteur de son apprentissage sans qu'il ait à fournir un effort mesuré et conscient. Nous souhaitons que le jeu soit le médiateur proprement dit. Pour cela, nous avons déployé deux stratégies : d'une part, nous avons mis en place une pédagogie active où les joueurs devaient rechercher les solutions aux questions posées, d'autre part, nous avons imposé une évaluation systématique des réponses par le système, qui les validaient ou les refusaient.

La composante informationnelle de ce second jeu était plus importante que dans le précédent, car nous souhaitons que la médiation se double d'un apprentissage. La thématique de la médiation choisie et sa mise en valeur incitaient à construire un jeu de progression, de quêtes. Il permettait de rendre le visiteur actif physiquement et intellectuellement. La trame du scénario et la volonté d'utiliser les NFC ont amené à concevoir un jeu où le visiteur-joueur explorait le musée à la recherche d'objets que des indices lui permettaient de localiser.

Deux parcours furent conçus, chacun à partir d'un objet cible différent, chacun reliant 3 objets [Astic, 2011]. Chaque parcours comprenait donc quatre quêtes. Chaque quête se décomposait en une phase de localisation de l'objet, puis en une phase de compréhension (cf Figure 12).

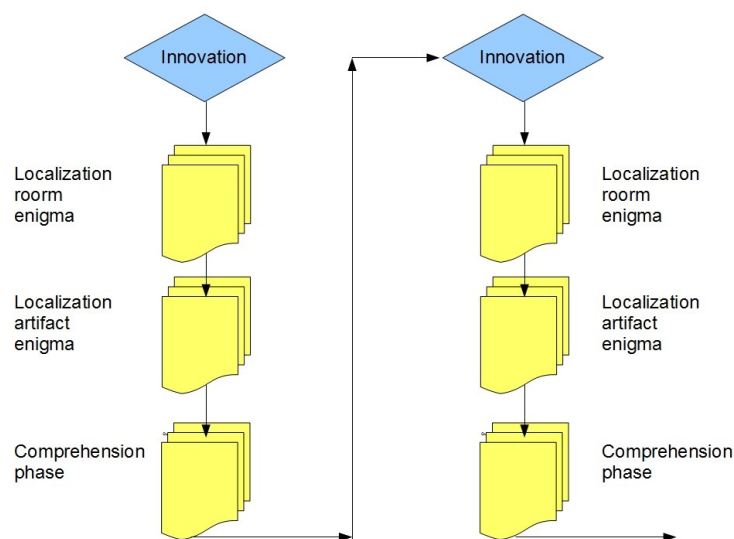


Figure 12 : Enchaînement des quêtes et des phases à l'intérieur de chaque quête.

La phase de localisation se subdivisait en deux parties : l'une permettait de trouver dans quelle salle se trouvait l'objet, l'autre de trouver l'objet lui-même dans la salle. Les joueurs validaient leur choix de salle ou d'objet en lisant une étiquette NFC à l'entrée de la salle ou devant

l'objet. Plusieurs étiquettes existaient dans une même salle et plusieurs salles étaient étiquetées. Pour chaque objet intermédiaire, une question technique, scientifique ou historique était posée en lien avec l'objet cible. Par exemple, l'un des objets intermédiaires était l'ordinateur IBM Stretch. Afin d'aider à sa localisation, l'indice de salle pour le niveau facile était une photo du robot Aibo pour la partie technique, une photo du cyclotron pour la partie historique; présents tous les deux dans la salle du Stretch. Pour la localisation de l'objet proprement dit, l'indice était un lien vers la page Wikipedia des Standard Modular System d'IBM pour la partie technique, tandis que la partie historique disposait d'une photographie d'un détail de la machine (cf Figure 13, gauche).

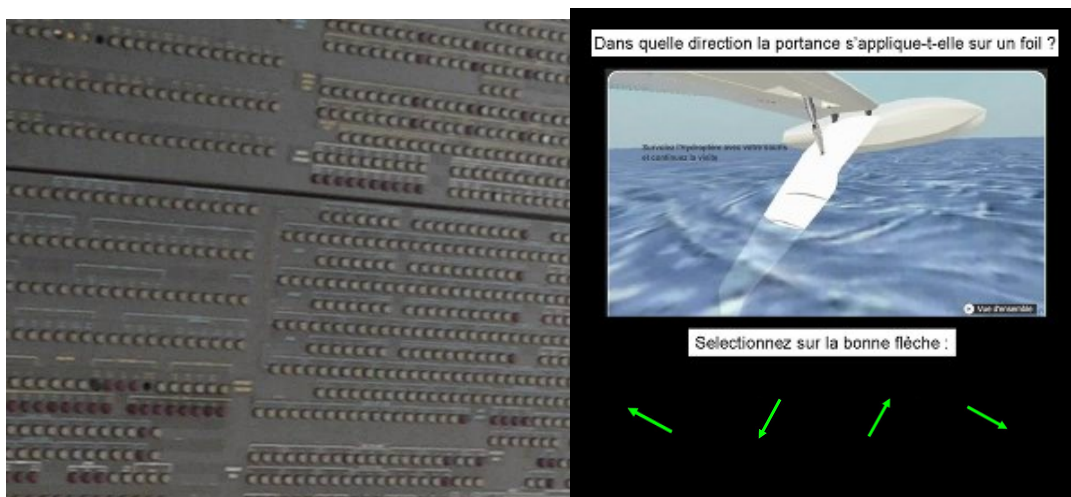


Figure 13 : A gauche, détail de l'ordinateur IBM Stretch; à droite, exemple de question de compréhension

Pour développer un apprentissage actif, notre objectif était que le joueur n'ait pas simplement à choisir des solutions préparées mais qu'il dispose de documentation lui permettant de répondre à toute question posée sur un objet. Une question, textuelle ou sous forme d'activité, était proposée au joueur qui, pour y répondre, devait consulter le matériel documentaire à sa disposition. Lorsqu'il pensait détenir la bonne réponse, il validait celle-ci en répondant à la question ou en réalisant l'activité (cf Figure 13, droite). La solution proposée par les joueurs était immédiatement vérifiée. Si elle était fautive, la question était reposée. Une bonne réponse permettait de passer à l'objet suivant. Cette phase de validation était importante. Elle était la récompense à la recherche sur le sens de l'objet. Toutefois, une bonne réponse sans réelle compréhension n'était pas à exclure. C'est pourquoi, il fut également décidé que PUPN s'achèverait sur une scène de restitution finale, où chaque équipe devait présenter le résultat

de ses travaux, et notamment expliquer les liens entre les différents objets intermédiaires et l'objet cible qui leur avait été assigné. Cette formalisation à l'oral avait deux avantages. Elle permettait d'ancrer les connaissances acquises et nous fournissait, à nous concepteurs, les moyens de vérifier le niveau de compréhension des visiteurs-joueurs, voire de donner les compléments d'explications nécessaires. D'autre part, le jeu étant divisé en 2 parcours différents. Elle offrait aussi une opportunité pour que les connaissances acquises par les uns soient communiquées aux autres.

La trame du jeu était relativement classique. Pour éviter l'ennui qui peut découler d'une structure convenue, nous avons imaginé des moments de rencontres sous forme de jeux compétitifs entre équipes. Ces rencontres avaient également pour objectif de maintenir l'équipe dans le rythme du jeu. Participer à ces jeux collectifs prenait du temps et ralentissait donc les équipes trop rapides. Mais les vainqueurs pouvaient obtenir un indice de localisation de la part de l'autre équipe, ce qui pouvait aider les équipes plus lentes.

Afin de donner plus de poids à la médiation, le jeu possédait certaines actions en lien direct avec cette dernière. Par exemple, l'indice pour trouver un objet ne fournissait pas une information directe sur celui-ci. Il devait faire prendre conscience du rôle de l'objet. Le temps de la médiation a également été respecté. L'action de recherche de l'information et de compréhension du jeu était marquée par un rythme différent des autres : le joueur disposait d'un temps suffisamment long pour résoudre la question. Cette action prenait en conséquence plus d'importance au sein du jeu que les autres.

La dimension médiation étant très forte et au centre du jeu, il nous a paru indispensable de scénariser cette quête à l'intérieur d'une enquête policière pour la rendre plus ludique. Ce scénario fut élaboré par l'association Dune, qui disposait d'une grande expérience dans la scénarisation et la mise en place de jeux grande nature en milieu urbain. Il devait justifier le principe des quêtes, c'est pourquoi les visiteurs ont endossé le rôle d'enquêteurs, infiltrés, grâce à un inspecteur de police qui les accueillait à l'entrée du musée (cf Figure 14).



Figure 14 : Figurants interprétant l'inspecteur de police et la directrice de l'UPN

Leur mission était d'enquêter sur une organisation suspecte, une université nocturne. A cette fin, ils devaient passer le concours d'entrée qui correspondait aux quatre quêtes du jeu. Pour augmenter l'expérience ludique, nous avons décidé d'ajouter des éléments de surprise afin de favoriser ou maintenir l'immersion du joueur. Ainsi, une atmosphère particulière a été créée dès l'entrée du jeu grâce à l'intervention de personnages non joueurs mais ayant un rôle dans le jeu (un inspecteur de police, un responsable du bureau des élèves de l'université, son concierge) ou par l'utilisation de locaux surprenants pour les points de rendez-vous (salle de repos des gardiens par exemple, cf Figure 21). Les rencontres compétitives ont été appelées "joutes" pour rester dans l'atmosphère d'une université secrète. La scène de validation finale devint l'évaluation finale du concours d'entrée à l'université secrète dont les concepteurs du jeu en constituaient le jury (cf Figure 15)



Figure 15 : Scènes du jeu : à gauche, la joute, au centre et à droite, l'évaluation finale

Nous avons trouvé ainsi un moyen, à notre avis efficace, pour intégrer l'évaluation pédagogique dans l'univers du jeu sans que cela ne soit perçu comme tel et que ça pèse sur le plaisir de jouer. Le jeu s'achevait par le rapport que les infiltrés devaient faire, ou pas, à l'inspecteur de police. Dans la mesure du possible, tous les détails du jeu, son vocabulaire, ont été travaillés de façon à maintenir la cohérence des missions et du scénario.

Ce second jeu a été l'occasion pour le groupe de tester le processus d'adaptation dynamique. Nous souhaitons un apprentissage sur mesure et progressif. Le moteur d'adaptabilité produit par le L3i-La Rochelle se base principalement sur la rapidité des équipes à résoudre les énigmes de localisation ou de compréhension. La rapidité était évaluée en fonction du temps mis par les équipes pour trouver et valider l'étiquette NFC de la bonne salle ou de l'objet attendu ou pour répondre correctement à l'énigme de compréhension. Chaque contenu était conçu avec trois niveaux de difficulté : facile, moyen, difficile (cf Figure 16).

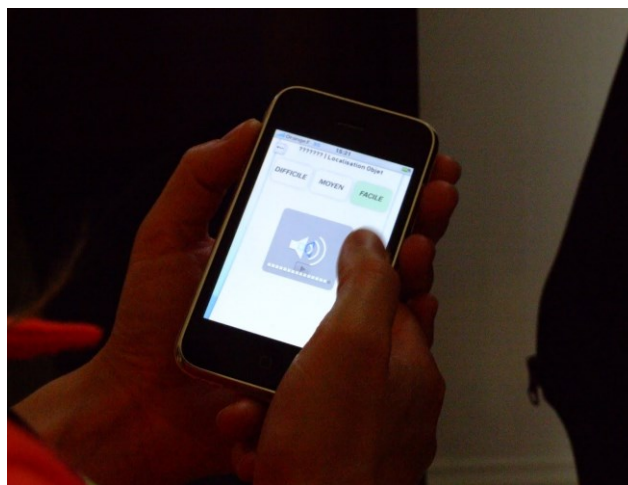


Figure 16 : Trois niveaux de difficultés

Si au bout d'un certain laps de temps prédéfini, le joueur n'avait pas validé la salle, l'objet ou l'énigme de compréhension, un indice de niveau inférieur à celui en cours lui était proposé. La toute première question du jeu était d'un niveau moyen. Afin de maintenir une certaine difficulté du jeu, et pour éviter que le joueur ne s'ennuie, toute nouvelle énigme démarrait sur un indice de niveau supérieur au dernier indice proposé lors de l'énigme précédente. Les contenus de médiation étaient donc rédigés de façon à ce que les différentes questions soient complémentaires et de niveaux de difficultés différents. Afin de valider l'utilisation de capteurs pour adapter le jeu, deux joueurs ont été équipés d'un capteur électrocardiogramme et d'un accéléromètre [Dupire, Gal and Topol, 2010]. Les données reçues devaient juger de l'immersion du joueur dans le jeu et notamment de son niveau de stress durant la résolution des énigmes.



Figure 17 : Capteurs bio-métriques

En parallèle la fonction de maître du jeu (MdJ) permettait de suivre les parcours respectifs de chacune des équipes, en temps réel, ils étaient ainsi comparés en direct, et en coulisse, par les membres du projet. Le but était de vérifier que les équipes avançaient plus ou moins au même rythme pour qu'elles se rencontrent toutes lors de la scène finale. En fonction de la progression des équipes, du niveau de stress atteint par les joueurs équipés, et par l'intermédiaire du moteur d'adaptabilité, le MdJ pouvait modifier la difficulté des parcours : l'envoi d'indices de moindre difficulté permettait d'accélérer les équipes les plus lentes, et à l'inverse, l'envoi d'indices difficiles ou d'énigmes supplémentaires ralentissait certaines équipes trop rapides. Ce double suivi optimisait l'engagement des joueurs individuellement et collectivement, et permettait de maintenir leur satisfaction du jeu.



Figure 18 : Images du jeu : localisation; recherche d'objet, validation

Ce jeu n'a pas fait l'objet d'évaluations poussées comme le premier. Les retours des joueurs et leur implication dans le jeu jusqu'à la séance finale avec le policier nous permettent cependant d'avoir une appréciation du jeu. Celui-ci a été bien accueilli. L'assistance était constituée de personnes au profil scientifique et d'autres au profil littéraire. Ces dernières assez inquiètes sur leur capacité à répondre sont reparties rassurées et réconciliées avec les musées de sciences. Les joueurs ont apprécié la visite non traditionnelle du musée et

l'adaptation du jeu à leurs connaissances. Les joutes ont été plébiscitées. Pour tous, elles ont constitué un moment ludique, imprévu et très plaisant. Le taux de réponse aux questions posées durant la scène d'"épreuves orales" nous a révélé que les visiteurs avaient majoritairement compris les principes scientifiques présents dans les objets mais également avaient su faire le lien entre ces quatre objets. Cette scène a d'autre part permis de lever le voile pour les autres. Quelques personnes ont trouvé que le jeu possédait des longueurs mais aucun joueur n'a abandonné en cours de jeu.

2.1.2.2 Architecture technique

Le second jeu du projet PLUG étant plus complexe, il nécessita une architecture en conséquence. Les équipes devaient pouvoir se localiser grâce aux puces NFC mais également explorer dans des conditions décentes les multiples documents aux nombreux formats nécessaires pour répondre aux énigmes. Le téléphone Nokia 6131 NFC ne possédait pas un tel écran ni la taille mémoire nécessaire pour stocker les différents médias. Les iPhone permettaient cette consultation, possédaient une connectivité possible en 3G ou WiFi mais pas de lecteur NFC. Aucun téléphone ou smartphone, à l'époque, ne possédait les deux fonctionnalités simultanément. C'est pourquoi, les joueurs disposèrent des deux terminaux. Travaillant en équipe, cela ne causa pas de problème et les rôles s'attribuèrent tous naturellement entre les différents équipiers. D'autre part, un réseau ZigBee fut conçu et installé dans le musée afin de pouvoir transmettre les données de l'accéléromètre et de l'électrocardiogramme (ECG) à la logique de jeu centrale [Topol et al., 2015].

L'architecture de l'application était une architecture client/serveur. La partie cliente, appelée aussi logique cliente ou "front end" dans les solutions du marché, était installée sur l'iPhone et gérait l'interface avec le joueur : apparition des énigmes, réception des réponses, affichage des documents demandés par les joueurs. La partie serveur, ou logique de jeu serveur ou "back end" dans les solutions du marché, était implantée au sein de l'intergiciel uGasp (ubiquitous GAMing Services Platform). uGASP est un intergiciel orienté service (SOA, Service Oriented Architecture), conçu par Romain Pellerin lors de sa thèse [Pellerin, 2009]. Les identifiants des puces NFC lues via le téléphone Nokia 6131 NFC, les réponses aux énigmes, les paramètres utiles pour l'adaptabilité gérés par l'iPhone étaient communiqués en 3G via le protocole spécifique orienté objet, Moods, par les terminaux clients à uGasp. En plus de la logique de jeu, uGasp intègre des services de réseau, de gestion de session, de

terminaux, de remontée des informations en provenance des capteurs (géolocalisation, données biophysiques) ainsi que des services systèmes [Gressier-Soudan et al, 2011]. Par ailleurs, il était capable de gérer la traçabilité des joueurs, notamment à des fins d'adaptabilité en effectuant le lien avec un moteur d'adaptabilité. Ces différents services étaient des composants, implémentés indépendamment de la logique de jeu [Gressier-Soudan, 2011] (cf **Figure 19**).

L'utilisation de nombreux terminaux aurait pu être déroutant pour les joueurs. Cependant, pour maintenir la cohérence du scénario et l'immersion des joueurs, chaque terminal fut intégré au sein de l'histoire. L'iPhone fut présenté comme le cartable électronique, contenant les différents sujets de l'examen d'entrée mais également les documents, livres qui permettaient d'y répondre et les feuilles de soumission des résultats. Quelques retours d'expérience ont montré que ce travail d'intégration des éléments du jeu dans l'univers du jeu a permis leur acceptation par les joueurs [Damala, 2010].

La logique centrale du jeu gérait l'état du jeu. Celui-ci était composé de quatre groupes de variables, celles concernant :

- les puces NFC. Les puces NFC ne contiennent que leur identifiant. La base de données associant les identifiants aux éléments du jeu (salle, objet) était mémorisée sur la plateforme de l'intergiciel uGasp, de façon à ce que les différents services (localisation, logique de jeu pour validation) puissent y accéder.
- les personnages non joueurs (PNJ). Les personnages non joueurs intervenaient durant le jeu pour maintenir le joueur dans le jeu, mais également pour l'aider si besoin, le conseiller ou simplement vérifier si tout se passait bien. Le maître de jeu pouvait quelquefois leur demander d'intervenir à un endroit précis pour suivre une équipe ou interagir avec elle. Pour cela, les PNJ étaient directement contactés sur leur téléphone portable. Les attributs des PNJ étaient donc son nom (ou identifiant), son rôle dans le scénario, son numéro de téléphone et sa localisation. Dans le cadre de PUPN, ces informations étaient gérées à la main par le maître du jeu.
- les terminaux. La seule caractéristique maintenue était le niveau de sa batterie. Il n'était pas géré dynamiquement. Les PNJ alertaient les équipes de maintenance lorsqu'ils

s'apercevaient qu'une équipe avait des problèmes de batterie et une recharge leur était alors proposée.

- les équipes. Leur progression était mémorisée dans leur profil, pour que le maître de jeu dispose à tout moment des informations nécessaires pour décider de l'adaptation à réaliser. D'après le document de travail proposé par le laboratoire L3i au moment de la conception du jeu [Prigent, 2009], le profil des équipes était réparti en quatre champs thématiques :
 - la progression,
 - la sociabilité,
 - l'état émotionnel
 - et l'utilisation des ressources.

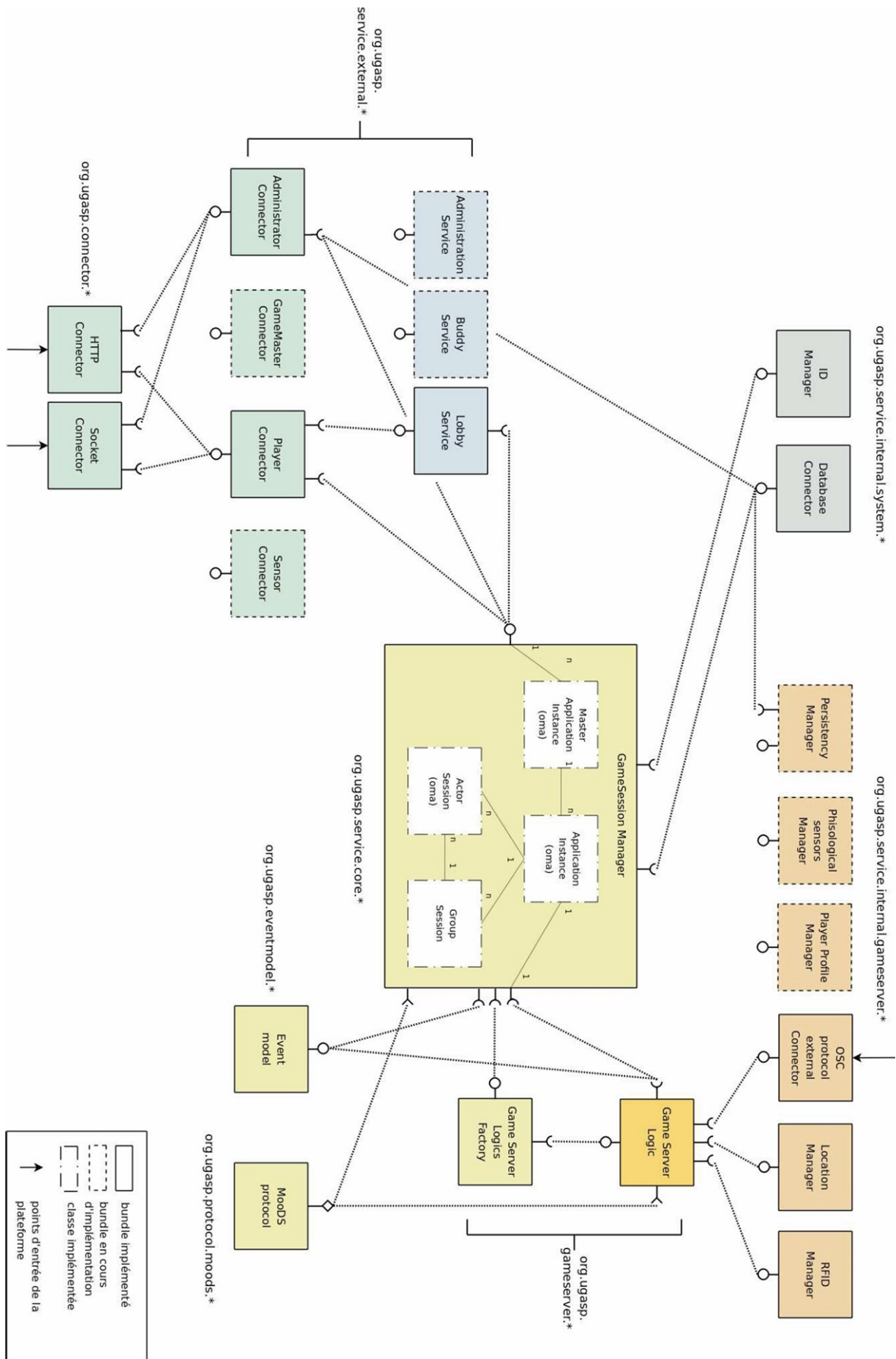


Figure 19 : Vue générale des services de l'intergiciel uGasp [Gressier-Soudan et al., 2011]

Trois indicateurs de progression permettaient d'adapter le parcours au profil de l'équipe (cf Tableau 1) :

- la vitesse de résolution, définie comme une évaluation de la distance par rapport à une courbe de progression "normale",
- le niveau de progression, c'est à dire une évaluation des objectifs de résolution,
- et l'espace parcouru (nombre de salles visitées).

Pour déterminer si une adaptation devait avoir lieu, les indicateurs étaient comparés à des seuils. Par exemple, les seuils de l'indicateur de progression valaient le tiers et les deux-tiers de la résolution des objectifs. Un niveau bas correspondait ainsi à un niveau de résolution inférieur à 1/3 des énigmes, le niveau important à un taux de résolution supérieur au 2/3.

L'évaluation de ces indicateurs permettait au maître de jeu de réagir pour adapter le jeu d'une part en fonction de la progression de l'équipe par rapport aux autres joueurs, d'autre part en fonction des difficultés ou facilités rencontrées par l'équipe au sein du jeu proprement dit. Ainsi, si une équipe était bloquée, le maître de jeu pouvait :

- demander à un personnage non joueur (surveillant, inspecteur) d'aller à leur rencontre et éventuellement donner un indice supplémentaire,
- proposer une joute à une équipe trop rapide
- ou diminuer la difficulté du contenu [Prigent,2009].

A chaque indicateur et à chaque seuil correspondait une liste d'actions possibles. L'usage de l'une ou de l'autre de ces actions était laissé à l'appréciation du maître du jeu.

Indicateur	Définition	Type	Valeurs possibles/seuils		
------------	------------	------	--------------------------	--	--

Progression

Vitesse de résolution	Distance par rapport à la courbe de progression	Entier signé	De -1 (bloqué) à 2 (rapide)		
Niveau de progression	Pourcentage des objectifs de résolution réalisés	Entier non signé	0 (bas)	1 (normal)	2 (important)
			< 1/3	[1/3, 2/3]	> 2/3
Espace parcouru	Pourcentage du nombre de pièces visitées	Entier non signé	0 (bas)	1 (normal)	2 (important)
			< 1/3	[1/3, 2/3]	> 2/3

Sociabilité

Compétitivité	Nombre de piratage	Entier non signé	0 (bas)	1 (normal)	2 (important)
			=0	=1	>2
Sociabilité	Nombre de joutes	Entier non signé	0 (bas)	1 (normal)	2 (important)
			=0	>= 2	>= 4

Utilisation des ressources de game Play

Equilibre d'utilisation des règles de jeu	Pour chaque règle : le nombre d'utilisation	Entier signé	De -1 (insuffisant) à 1 (important)		
Equilibre général	Règles les plus et les moins utilisées	Entier	La moins utilisée	La plus utilisée	

Etat émotionnel et physique

Stress	Valeur ECG (Distance rythme repos)	Entier	De 1 (léger) à 2 (important)		
--------	------------------------------------	--------	------------------------------	--	--

Tableau 1: Profil des équipes et propriétés associées à chaque état pour le jeu PUPN (issu de [Prigent, 2009])

2.1.2.3 Analyse du jeu PUPN

Cette seconde expérimentation met en œuvre le second type de jeu dit "de progression" [Juul, 2003]. Il peut être vu comme un jeu à déroulement séquentiel : chaque quête emmène vers une autre quête. Cet enchaînement dirigé est également appelé "collier de perles" ou "machine à histoires" par le concepteur de jeu Jesse Schell [Schell, 2010]. Dans ce modèle, chaque "perle" correspond à la résolution d'un problème ou d'un défi. A l'intérieur de la "perle", le joueur a le choix des moyens pour arriver à la solution, mais il n'a pas le choix du parcours entre les "perles". Ce format de jeu correspondait pleinement à la thématique du jeu : la lignée technique. C'est la raison de son choix. Ici, la médiation ne s'inscrit donc pas uniquement dans le contenu ou les actions du jeu, elle influence également la forme du jeu.

Le jeu est conçu en quatre phases (les perles). Il comprend :

- L'introduction. Elle correspond à la phase d'accueil par le commissaire de police suivi de l'accueil du personnel de l'Université Paris Nuit (UPN). Son objectif est de "planter le décor" et créer l'"*Active creation of believe*" (Janet Murray [Murray, 1997] dans [Guardiola, 2014]), c'est à dire de faire croire que le jeu est réel.
- La phase active des joueurs, décomposée en 3 niveaux (cf Figure 20). Elle est constituée de la succession de quatre missions :
 - la recherche d'une salle
 - la recherche d'un objet
 - la compréhension de l'objet et la validation de la compréhension
 - une ou plusieurs joutes, en fonction de la nécessité. Cette joute est proposée par le maître de jeu à tout moment. Elle est donc reliée à toutes les actions du jeu.

Chacune de ces missions se décompose ensuite en actions élémentaires que le joueur définit lui-même.

- La phase de validation est le moment où les joueurs expliquent ce qu'ils ont compris des différents objets observés et les liens qu'ils ont pu concevoir entre ces objets. D'un point de vue du scénario, c'est la soutenance du diplôme.
- La conclusion achève la narration. Elle est le symétrique de l'introduction : les joueurs achèvent leur mission en faisant leur rapport au commissaire.

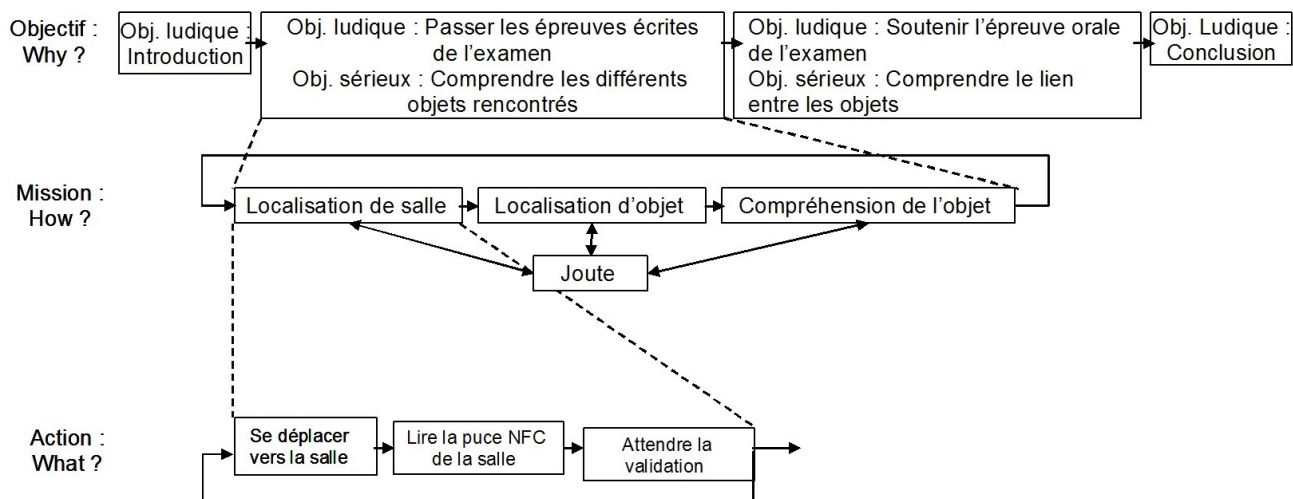


Figure 20 : Modélisation du jeu PLUG, Université Paris Nuit

Le graphe des missions est linéaire, très différent de celui qui avait été imaginé pour PSM. Seule la joute, qui est susceptible d'interrompre toutes les autres missions, est en lien bidirectionnel avec ces dernières.

La pervasivité est assurée par l'utilisation de l'environnement du joueur (différents médias accessibles, présence des objets, existence de plusieurs discours) pour faire progresser le jeu, et l'irruption du jeu dans la réalité (présence de PNJ), afin d'émouvoir le joueur. Dans le cadre de PUPN, la mise en scène intègre une dimension esthétique importante, basée sur la psychogéographie [Davies, 2005], et conçue pour fournir des émotions au joueur et lui faire perdre ses repères usuels (cf Figure 21). L'objectif était de provoquer ou maintenir l'immersion des joueurs dans le jeu. D'après Dominique Gélinas [Gélinas, 2014], il y a immersion lorsqu'une personne se retrouve dans un espace régi par ses propres règles, demandant une participation corporelle voire sensorielle de la personne, afin de provoquer une émotivité et une perte de distance critique [Gélinas, 2014]. Le jeu est cet espace avec ses règles propres. Dans le cadre d'un jeu pervasif dans un musée, le joueur participe physiquement, générant une première forme d'immersion. PUPN proposait de plus une immersion par l'émotion. Certaines scènes avaient été prévues dès la conception en utilisant des espaces particuliers du musée, véritables coulisses de l'institution : salle de repos des agents d'entretien du musée pour la scène d'introduction, pallier d'un escalier du Cnam pour la

soutenance finale. D'autres scènes étaient proposées à la volée en fonction de l'engagement du joueur dans le jeu :

- les joutes, mises en œuvre dans un espace intimiste,
- l'apparition d'un personnage du jeu rencontré au préalable ou à l'allure un peu étrange (concierge, professeur en blouse).

Le but de ces scènes était de construire une atmosphère intrigante, piquer la curiosité des joueurs et les maintenir dans le jeu.



Figure 21 : Utilisation des espaces non conventionnels du musée et de personnages non joueurs pour adapter le jeu à l'expérience du joueur

L'adaptation dynamique du jeu à la progression du visiteur est mise en œuvre de plusieurs façons, en modifiant :

- le contexte social :
 - lorsque le joueur paraissait se désengager du jeu, des rencontres avec certains personnages du jeu, déjà croisés, étaient organisées par le maître du jeu afin de maintenir le joueur dans l'univers ludique du jeu (irruption du jeu dans le monde réel),
 - au moment de la joute, le maître de jeu choisissait les deux équipes qui s'affrontaient en fonction du rythme de leur progression ou en fonction de leur capacité à résoudre les questions posées. Elle ralentissait la progression des joueurs les plus rapides, en permettant éventuellement un transfert de connaissances d'une équipe vers l'autre (utilisation de données du monde réel dans le jeu).
- le temps par :
 - changement du rythme des équipes pour en assurer la synchronisation.

- l'ajustement de la difficulté. Cette adaptation résolvait le problème de la différence entre le rythme du jeu et celui de la médiation, relevé dans PSM, en donnant plus de temps aux équipes qui en éprouvaient le besoin.
- les missions : la joute s'insérait comme un élément purement ludique au sein de missions plus sérieuses lorsque les joueurs semblaient perdre leur motivation.
- le contenu : la modification de la difficulté des énigmes proposées au joueur assurait une adéquation entre les défis et les capacités du joueur.

L'adaptation dynamique permet le maintien de la satisfaction du joueur, en évitant des défis trop difficiles, en lui faisant vivre des expériences particulières. Elle est fondée sur l'étude et l'interprétation du comportement kinesthésique, cognitif ou social, du visiteur : temps de réponse aux questions, qualité des réponses, parcours au sein de l'institution, comportement par rapport aux autres joueurs, par rapport aux règles du jeu, accès aux ressources, état émotionnel vis à vis du jeu et des situations vécues.

Le jeu PUPN est adaptable. Un joueur souhaitant participer une seconde fois au jeu se verra proposer *a priori* des indices différents de ceux de la première session car la qualité de ses réponses aux énigmes lui conféreront un niveau de difficulté supérieur à celui de la session précédente. Le jeu PUPN semble donc rejouable. Cependant, nous pouvons penser que le plaisir du joueur sera un peu émoussé car il connaîtrait déjà :

- la réponse à la question principale du jeu concernant les liens entre les différents objets. Il n'aura plus la satisfaction de résoudre cette énigme,
- les mécaniques de jeu. Cette dimension peut toutefois paraître moins importante puisque de nombreux jeux de quêtes existent dans les musées et satisfont des visiteurs car ce qui leur importe est le plaisir de la découverte de nouvelles œuvres. Cependant, pour un véritable joueur retrouver toujours les mêmes mécaniques est lassant.
- les objectifs à atteindre, c'est à dire, ici, les objets à rechercher

D'autre part, PUPN est extensible : il est possible de concevoir et d'insérer une nouvelle lignée technique à découvrir. PUPN est donc réutilisable, d'après la définition de [Hansen et al., 2013] car adaptable, rejouable et extensible. Mais cette extensibilité nécessite un investissement supplémentaire des concepteurs et sa rejouabilité semble relative.

La centralisation de l'architecture du jeu PUPN a permis au Maître du jeu de disposer de toutes les informations nécessaires à l'équilibrage et au bon déroulement général du jeu. L'état du jeu (synchronisation des équipes, joute en cours) était maintenu par le logiciel intermédiaire uGasp selon une architecture à composants. L'avantage de ce type d'architecture est qu'elle permet de n'installer sur les différentes plateformes que les composants nécessaires à l'exécution de l'application. Le jeu est hautement configurable et l'"empreinte logicielle" est réduite au strict nécessaire. Cependant, une telle architecture non automatisée aura du mal à passer à l'échelle d'un grand nombre de visiteurs. Une tentative d'améliorer cette propriété à l'aide des technologies du Cloud, notamment avec openNebula, avait porté ses fruits lors du projet FUI (Fonds Unique Interministériel) Play Oline financé par CAP Digital pour le jeu Alterland⁴⁷ (juillet 2009-juin 2011). L'élaboration du jeu était portée par l'équipe de Michel Simatic à Télécom Sud Paris, et, la partie virtualisation de l'exécution par le CNAM-CEDRIC. Une première conclusion de cette étude, originale à l'époque, était que la virtualisation de l'exécution de la plateforme du jeu pouvait soutenir le passage à l'échelle. D'autres benchmark auraient été nécessaires pour valider réellement ce résultat.

2.1.3 Conclusions

Le projet PLUG nous a permis de démontrer que les jeux pervasifs pouvaient être des jeux parfaitement adaptés à la médiation dans un musée, mais sous certaines conditions. Leur réutilisabilité nécessite cependant des efforts de conception au moment de l'élaboration initiale mais également à plus long terme. Enfin, différentes architectures techniques sont concevables, dépendant essentiellement des technologies de communication existantes au sein de l'institution.

Tout type de jeu peut être conçu comme pervasif. En effet, PSM et PUPN montrent que, respectivement, un jeu émergent et un jeu de progression peuvent être construits comme tels. Or tout jeu peut être obtenu par combinaison d'un jeu émergent et d'un jeu de progression [Juul, 2005]. Donc, il n'y a pas de contraintes de typologie de jeu pour concevoir

⁴⁷ <https://youtu.be/XTndb9LNbPU>

un jeu pervasif comme offre de médiation dans un musée. D'autant que ces derniers apparaissent comme de bons supports possibles de médiation car ils permettent d'attirer les visiteurs vers des œuvres ou des lieux particuliers du musée. Mais la médiation au sein du jeu n'est efficace qu'à la condition que les dimensions sérieuses et ludiques du jeu soient équilibrées et que cet équilibre dépende des visiteurs.

L'étude des jeux du projet PLUG montrent que cet équilibrage peut être mis en œuvre à deux moments : à la conception et dynamiquement au cours du jeu. Au moment de la conception, les créateurs du jeu peuvent s'appuyer sur :

- le choix du type de jeu. Un jeu émergent possède la propriété d'autorégulation : le jeu s'adapte automatiquement au joueur car ce dernier définit ses stratégies et ses tactiques. Le joueur construit lui-même la difficulté du jeu en fonction de la complexité de ses stratégies. Il choisit les actions qu'il va mener. Le jeu ne peut pas les lui imposer. Cependant, cela n'empêche pas d'autres problèmes d'équilibrage du jeu, comme nous l'avons vu pour PSM [Aunis and Astic, 2009],
- le rythme des activités proposées : la médiation possède un rythme de progression plus lent que le jeu [Jutant et al., 2009],
- la dimension sociale du jeu. La médiation semble être une activité solitaire, tandis que le jeu favorise la coopération, la compétitivité ou l'intégration au sein d'un univers peuplé de personnages. Il crée un sentiment d'appartenance [Montola et al., 2010], [Gentès et al., 2009].

Toutefois, nous devons moduler cette dernière constatation. En effet, il existe beaucoup de jeux qui se jouent seuls. Les jeux en mobilité sur smartphone, comme Angry birds ou Candy crush, en sont des exemples récents. Même si des dimensions sociales y sont définies, par l'intermédiaire de réseaux sociaux et l'envoi de ressources à d'autres joueurs par exemple, le corps du jeu est une activité solitaire. La ludicité y est créée par les défis, leur multitude, leur rythme et leur renouvellement rapide, empêchant le joueur de s'ennuyer et développant sa curiosité. La dimension sociale d'un jeu n'est donc pas obligatoire. La dimension solitaire de

la visite est discutable également. Lorsque les visiteurs viennent en groupe, ils semblent se séparer puis se retrouver pour échanger leurs impressions [Jonchery, 2014]. La visite s'articulerait ainsi entre des moments de solitude et des moments de partage, rendant la visite finalement plus sociable qu'il n'y paraît. La dimension sociale ne me paraît donc pas être une caractéristique si clivante du jeu et de la visite.

La dimension temporelle l'est beaucoup plus. En effet, une mission proposée par un jeu nécessite toujours une contrainte pour qu'elle soit vécue comme un défi. Cette contrainte est toujours une contrainte temporelle, même si ce n'est pas le temps d'une horloge qui est mesurée mais un temps logique. Certains jeux limitent le nombre de coups disponibles pour mener à bien la mission. Mais ces dispositions reviennent toujours à limiter la durée de la mission. C'est pourquoi, je retiendrai la dimension temporelle et non la dimension sociale pour caractériser un jeu par rapport à une visite.

Un équilibrage à la conception n'est cependant pas suffisant car il n'est pas possible de concevoir un jeu pour tous les types de visiteurs. L'adaptation dynamique des constituants du jeu permet alors d'équilibrer automatiquement le parcours du joueur. Quelque soit le type de jeu, il est alors possible d'influer sur les missions et le contexte social. Influer sur les missions peut signifier :

- la mise en œuvre d'actions paramétrables. Il est possible de construire des actions génériques dont certains éléments peuvent évoluer en cours de jeu. Ces éléments peuvent être :
 - le contenu. Ils peuvent moduler l'aspect ludique ou non ludique du jeu. Les sons proposés dans PSM apportaient une dose de fantaisie. Ils peuvent être réécrits de façon à constituer des supports plus ou moins sérieux, à choisir selon l'équilibrage désiré. Dans PUPN, les contenus de différentes difficultés ont permis d'adapter le jeu aux capacités des joueurs et de diminuer l'effort à consentir pour résoudre l'énigme. Selon la théorie du Flow [Csikszentmihalyi, 1990], trop d'efforts aurait diminué le caractère ludique, pas assez aurait provoqué l'ennui.
 - la durée accordée pour résoudre l'énigme, comme dans PUPN, Influer sur le temps signifie de faire évoluer le rythme de la progression. Ce rythme étant une caractéristique du caractère ludique ou de médiation, il est possible alors de favoriser

l'un ou l'autre aspect.

- le gain associé à la mission. La modification du gain, si elle peut motiver profitablement le joueur, est cependant délicate car elle peut entraîner une perte de l'équité du jeu.
- la présence de PNJ. Elle permet de renforcer la dimension ludique en maintenant ou replongeant le joueur dans l'univers du jeu. La modification du contexte social, en provoquant des contacts avec d'autres personnes appartenant au monde du même jeu, peut renforcer le caractère ludique de la mission en cours, grâce au sentiment d'appartenance : dans PSM, ce sentiment motive le joueur; dans PUPN, il replace le joueur dans l'univers du jeu, évitant qu'il ne s'en retire. Les gardiens peuvent jouer pleinement ce rôle. Très réceptifs à donner une autre image de "leur" musée, auquel ils sont en général très attachés. Ils peuvent apporter une aide non négligeable au joueur, tout en augmentant l'impression d'étrangeté et de flou entre l'univers du jeu et l'univers du musée.
- l'insertion de nouvelles missions, que j'appellerai missions "autonomes", qui modifient temporairement l'expérience vécue par le joueur. Ces missions ont la particularité de ne posséder aucun lien avec les autres missions, elles n'exigent pas un état particulier du jeu en entrée et peuvent donc être proposées à tous moments au joueur.

PSM est un jeu émergent. Donc, tout comme le jeu d'échec, il est *a priori* rejouable. Cependant, la médiation empêche un joueur d'apprécier autant le jeu la seconde fois que la première car il n'expérimente plus le plaisir de la découverte des commentaires ou énigmes proposées. Ce problème, concernant la narration, est un des défis que [Hansen et al., 2013] avaient relevé concernant la réutilisabilité des jeux. Ils en ont répertorié d'autres :

- dans la cas de la rejouabilité, il s'agit :
 - de pouvoir synchroniser les groupes de joueurs pour permettre la collaboration
 - de réduire la dépendance de la narration au temps et au lieu.
- pour l'adaptation, l'enjeu est :
 - de concevoir le jeu localisé mais transférable,

- de garder les communautés de joueurs distinctes pour éviter les fuites d'indices de l'une vers l'autres
- de concevoir la narration et des contenus de façon à ce qu'ils puissent être facilement adaptés.
- pour ce qui est de l'extension, le problème est :
 - de maintenir l'idée initiale du jeu sans limiter l'extension future
 - d'assurer que les extensions ont une qualité égale.

Ils pointent également l'absence de pérennité des solutions techniques employées qui constituent des problèmes pour la réutilisabilité sur le long terme des jeux.

Parmi les solutions qu'ils proposent de mettre en œuvre, certaines ont déjà été réalisées au sein du projet PLUG :

- création d'un graphe complexe pour proposer différentes missions au joueur et lui permettre de revenir pour suivre un autre parcours. PSM crée ainsi un graphe proposant plusieurs actions que le joueur doit choisir lui-même. Cependant, nous l'avons vu, cette solution ne tient pas compte de la validité du contenu.
- utiliser des modèles génériques de jeux (ex : jeu de quêtes, PUPN) ou d'ensemble de règles (ex : jeu des sept familles, PSM), afin de pouvoir les réutiliser dans d'autres lieux ou à d'autres moments,
- fournir de nouvelles missions sans modifier ou augmenter la médiation. Dans PUPN, les actions autonomes, comme la joute, sont utilisées pour renouveler les possibilités de missions du jeu.

D'autres ne paraissent pas intéressantes pour un jeu de médiation dans un musée :

- créer un événement cyclique, c'est à dire qui est organisé régulièrement, ne permet la rejouabilité du jeu que pour le concepteur. Le jeu peut être mis en place de façon identique mais il ne sera jouable que pour ceux qui ne le connaissent pas déjà. Ce type de jeu est donc non rejouable pour les visiteurs.
- créer une communauté autour d'un secret pour qu'elle conserve dans la communauté les

informations découvertes au sein du jeu. L'objectif du jeu sérieux pervasif transmédia est de faire venir le joueur au sein du musée et de lui faire découvrir les objets du musée. Si les éléments de médiation du jeu sont divulgués à d'autres personnes qui ne sont pas venues jouer, une partie de l'objectif du jeu est tout de même réalisée : celle de la médiation sur les objets. Cela permet également de faire connaître le musée et inciter les membres de la communauté à venir le visiter. Le jeu n'ayant pas qu'un objectif de médiation mais également un objectif ludique, il peut tout de même intéresser le visiteur.

Les dernières, enfin, pourraient être facilement implémentées dans PUPN et PSM en s'intéressant à la médiation en lieu et place de la narration. Elles concernent l'extensibilité du jeu :

- création d'un contenu riche pour permettre au joueur de revenir plusieurs fois et de suivre un autre parcours thématique. Un jeu sérieux dans un musée peut s'appuyer sur le contenu disposé au sein du musée même. Dans le cadre d'une exposition permanente, les œuvres sont nombreuses et les thématiques associées également. Les propos ont de la profondeur, articulant les nombreux objets selon des combinaisons variées, pour faire apparaître plusieurs thématiques de visite. Mais cela peut signifier aussi de ne proposer à chaque session qu'une partie du contenu existant dans le jeu, afin que le jeu possède un nouvel enjeu à chaque session, comme dans le jeu *Les mystères de Rennes*.
- créer des saisons ou des épisodes, c'est à dire conserver le même univers mais changer les missions ou la médiation à chaque fois. Par exemple, pour PSM, c'est conserver les mêmes règles mais changer les objets supports de la médiation. Le plaisir de développer ses propres stratégies existerait toujours mais la découverte de la médiation serait renouvelée.
- prévoir des histoires ou des médiations permettant d'ajouter d'autres contenus. Par exemple, dans PUPN, il serait possible d'ajouter une lignée technique à découvrir,
- concevoir une narration sur une question ouverte de façon à permettre aux joueurs de revenir proposer d'autres solutions. Ces jeux proposent aux joueurs de travailler sur une question. Les aspects ludiques du jeu sont implémenté par des gains, des tableaux d'honneurs pour motiver les joueurs. Ce type de jeu est proche d'une activité gamifiée.

La conservation des canons du jeu, nécessaire à l'extensibilité, est possible par l'existence d'une narration qui structure l'ensemble du jeu (PUPN, PSM).

Le travail au sein du projet PLUG nous permet d'ajouter une autre possibilité pour augmenter l'adaptabilité des jeux : utiliser des missions paramétrables, comme dans le jeu PUPN, où le contenu de médiation était un paramètre des différentes missions de localisation et de compréhension des objets.

En conclusion, la médiation d'un jeu sérieux apporte les mêmes contraintes que la narration d'un ARG. L'étude d'Hansen et al. indique trois moyens pour résoudre ou contourner les problèmes créés :

- développer un contenu riche et un nombre de missions importantes qui ne sont pas toutes dévoilées entièrement au cours d'une même session
- séparer le fond, c'est à dire la médiation, et la forme des missions, c'est à dire l'action du contenu sur lequel porte l'action. Il serait ainsi possible d'adapter indépendamment le contenu et les actions et ainsi créer un plus grand nombre de combinaisons et donc de missions. Cette proposition implique entre autre l'utilisation de modèles génériques d'actions.
- permettre une intégration aisée de ces deux éléments : fond et forme, afin de renouveler facilement le jeu.

D'un point de vue technique, le projet a permis l'étude de plusieurs architectures. L'architecture centralisée nécessite une connectivité mais permet une gestion, et donc un équilibrage, aisée du jeu : toutes les informations permettant les prises de décisions arrivent à un seul endroit. Cependant une telle architecture est plus fragile puisqu'elle repose sur une seule structure et donc instancie un point de défaillance.

La technologie RFID, grâce à la possibilité de lire et écrire dans sa mémoire, permet la conception d'une architecture répartie, seule solution d'ailleurs envisageable en l'absence de connectivité au sein du musée. La contrainte est d'assurer une vivacité du système que représente le jeu pour permettre une mise à jour suffisante de l'état du jeu.

L'architecture à composants mise en œuvre dans l'intergiciel uGasp de PUPN apparaît comme une piste intéressante pour concevoir des applications modulaires, générée sur mesure en

fonction des fonctionnalités désirées et des techniques disponibles au sein du musée.

Dans l'un ou l'autre des cas, l'architecture doit permettre la gestion automatisée de l'équilibrage, pour des questions de disponibilité du jeu et de coût de fonctionnement.

Par ses conclusions, le projet PLUG permet de caractériser les jeux de médiation dans les musées. Il en définit de premiers besoins fonctionnels qui sont enrichis par les résultats des projets suivants mettant en œuvre des applications de médiation pour les musées, ludiques et non ludiques.

2.2 Des applications de médiation pervasive ou transmédia: les projets ARtSENSE, CULTE et Cartel

Les projets, européen ARtSENSE, et, ANR (Agence Nationale de la Recherche) CULTE (Cultural Urban Learning Transmedia Experience), avaient pour objectif de concevoir des aides numériques à la visite de musée. La première partie du chapitre décrit le projet ARtSENSE qui nous a permis de réfléchir aux questions de la structuration du contenu de médiation et de la liberté accordée au visiteur dans le choix de son parcours de visite. La partie suivante du chapitre détaille le projet CULTE dont les réflexions ont porté sur le principe de la gamification et la conception d'un jeu transmédia

2.2.1 Le projet européen ARtSENSE

2.2.1.1 Description de l'application de réalité augmentée adaptative

Le projet européen ARtSENSE (2011-2013)⁴⁸ souhaitait développer un dispositif de visite en réalité augmentée adaptative à l'aide de lunettes équipées de caméra, d'un oculomètre et de capteurs biophysiques. Il regroupait trois institutions culturelles différentes : le Musée national des arts décoratifs à Madrid (MNAD), la Fondation pour l'Art et les Technologies Créatives (FACT) à Liverpool et le Musée des arts et métiers à Paris (MAM). Le CEDRIC coordonnait ces trois centres et avait en charge la définition, la mise en œuvre et l'analyse des tests d'usage du prototype. Les autres partenaires impliqués furent FZI

⁴⁸ http://cordis.europa.eu/project/rcn/97475_fr.html

(Forschungszentrum Informatik) pour créer le moteur de recommandation de contenus, IOSB (Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung, Institut Fraunhofer) pour l'optronique, la technologie des systèmes et le traitement des images, pour la conception des lunettes, LJMU (Liverpool John Moores University) pour l'analyse des données issues des capteurs bio-métriques et la définition de la notion d'intérêt, UPVLC (Université Polytechnique de Valence) pour la réalité augmentée sonore, les sociétés CIM pour l'intégration et CORVINO pour la dissémination.

2.2.1.1.1 La réalité augmentée adaptative

La notion de réalité augmentée adaptative fut conçue dans le cadre de ce projet. Elle propose d'aller au delà de la simple réalité augmentée qui superpose des contenus visuels (textes, images, images animées) sur ce que voit le visiteur. La réalité augmentée adaptative ajuste en plus les contenus de réalité augmentée proposés à l'intérêt du visiteur pour les sujets thématiques écoutés.

Dans le cadre du projet ARTSENSE, cet intérêt était évalué à partir des données recueillies par des capteurs associés (cf Figure 22) :

- à la vue. Une caméra embarquée « frontale » captait le champ de vision et un oculomètre analysait le regard du visiteur face à une œuvre pour déterminer ce que le visiteur regarde. Le dispositif incluait un système de réalité augmentée visuelle qui permettait de voir la scène réelle tout en projetant le contenu digital dans le champ de vision de l'utilisateur.
- à l'ouïe. Le système comprenait des micros omnidirectionnels chargés de capter divers événements acoustiques autour du visiteur (alarme, personnes à proximité ou bruit de fond) qui auraient pu influencer l'attention du visiteur. Il détectait tout d'abord un événement acoustique, évaluait le type et le niveau de perturbation, puis déterminait la direction de l'événement. Des écouteurs ajoutaient de plus un dispositif de réalité augmentée sonore par la spatialisation du son.
- aux réactions physiologiques. Ils enregistraient les réactions physiologiques du visiteur face à une œuvre ou au contenu digital fourni. Trois types de mesures étaient réalisés : la captation du rythme cardiaque, celle du niveau de conductivité de la peau sur la paume de la main et celle de l'activité cérébrale [Damala et al., 2013].

Concrètement, le visiteur était réputé faire attention à une œuvre ou à un contenu digital lorsque son regard était fixe pendant 3s environ sans événement acoustique perturbant (ou paroles venant du visiteur). Le système proposait alors au visiteur une séquence introductive à l'œuvre ou au contenu digital fixé. Aussitôt, le niveau d'intérêt était calculé à partir des informations reçues par les diverses captations, mémorisées et associées à un modèle d'états psychophysiologiques [Fairclough and al., 2012]. La réaction physiologique du visiteur était analysée [Damala et al., 2013] :

- soit avec une fenêtre d'environ 5s pour évaluer l'intérêt sur le contenu fourni,
- soit avec une fenêtre d'environ 30s pour l'évaluer sur l'ensemble du sujet traité.

Le système mémorisait en permanence les centres d'intérêt du visiteur et son appréciation des contenus proposés par le guide. En fonction de ces informations, il recommandait un ensemble de contenus au visiteur. Lorsque celui-ci avait effectué son choix, le nouveau contenu était superposé sur l'environnement réel du visiteur non seulement grâce à des projections visuelles mais également grâce à des contenus sonores spatialisés [Damala et Stojanovic, 2012].

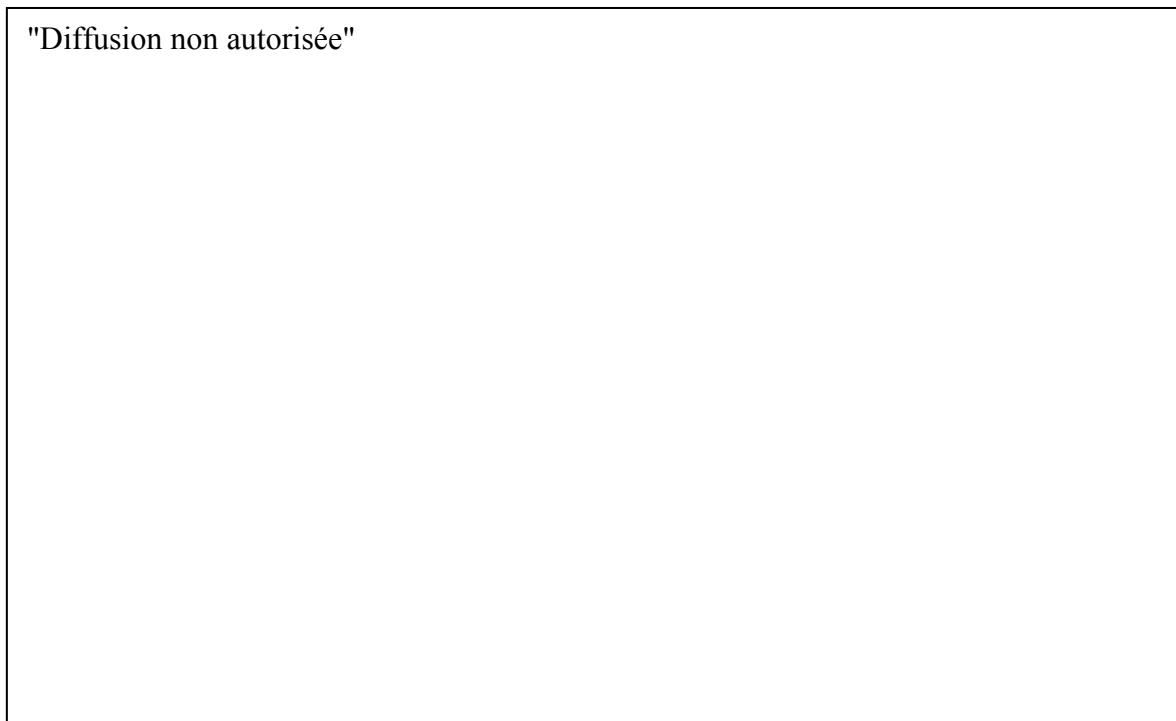


Figure 22 : Principes de la réalité augmentée adaptative (projet ARtSENSE, workshop ISMAR'12)

2.2.1.1.2 La structuration du contenu

La structuration du contenu était déterminée par le comportement du visiteur devant une œuvre du musée. Un visiteur pouvait découvrir une thématique et la suivre, ou déambuler d'objet en objet, témoignant d'un intérêt continu pour un sujet ou au contraire glanant des informations sur des objets au fur et à mesure de ses rencontres. Le visiteur pouvait donc :

- marquer un arrêt devant une œuvre particulière révélant un intérêt marqué pour celle-ci. La navigation était alors dirigée par les objets qu'il fixait,
- éprouver de l'intérêt, ou un désintérêt, pour le contenu numérique proposé. La navigation était alors dirigée par les sensations éprouvées par le visiteur et données par les bio-capteurs.

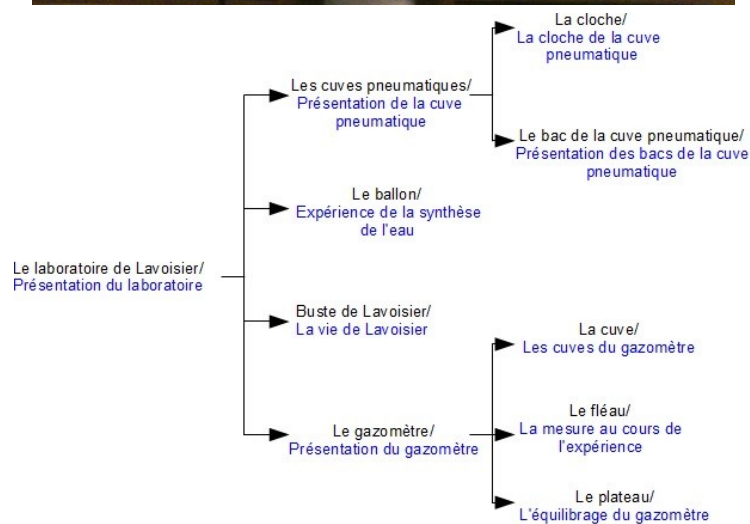
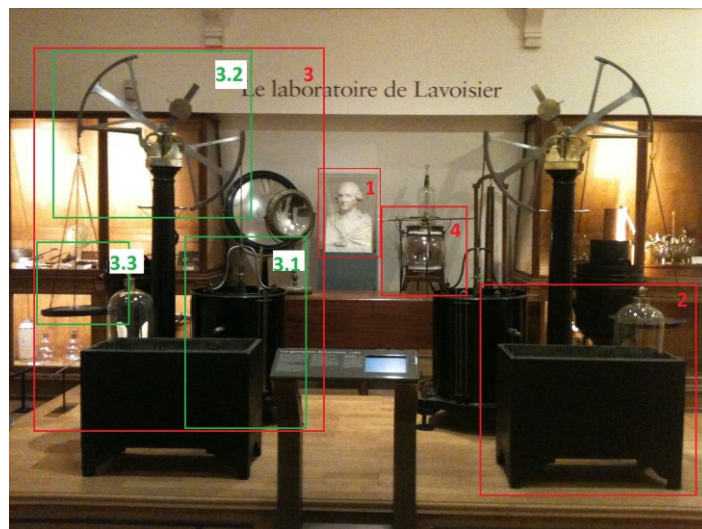
L'oculométrie est encore très peu utilisée dans le domaine culturel. Mc Namara l'a expérimentée sur une œuvre de Masacchio : "Le tribut de St Pierre" [McNamara, 2011]. Ce tableau comporte trois petites scènes représentant trois actions temporellement successives, McNamara détermina que les visiteurs accédaient au contenu de l'œuvre de deux façons:

- soit par la vue du tableau dans son ensemble,
- soit par chacune des petites scènes détaillées.

Pour déterminer le comportement réel visuel des visiteurs devant ce tableau, il le modélisa en une scène globale (le tableau), subdivisée en plusieurs petites scènes (les zones d'intérêt).

Dans le cadre du projet ARtSENSE, les œuvres étudiées étaient plus imposantes, voire en 3D, comme pour les objets du Musée des arts et métiers. Nous avons donc adopté une structuration de la scène avec un niveau de hiérarchie supplémentaire à celle du modèle de [McNamara, 2011]. Elle se décomposait en une scène, ensemble de la scène physique auquel le visiteur s'intéressait, des sous-scènes, parties de la scène; et de Points d'Intérêts ou PoI, éléments physiques d'une sous-scène pouvant intriguer le visiteur et pour lequel il existait du contenu digital. Cette structuration définissait un premier système de navigation dans le contenu, comme en témoigne la Figure 23 :, en haut. La photo représente le laboratoire de Lavoisier tel qu'il est montré au sein de ce musée. Le laboratoire constituait la scène principale et donc le premier élément de la structuration. Cette scène pouvait être décomposée en autant de sous-éléments qu'il y a d'instruments ou d'objets composant la scène. Ces sous-

scènes étaient délimitées par les rectangles rouges numérotés à l'intérieur de la scène. Ainsi, les gazomètres, le buste de Lavoisier, le ballon constituaient des sous-scènes du laboratoire. Enfin, ces éléments eux-mêmes étaient constitués de parties qui pouvaient être objets de la curiosité du visiteur. Elles étaient définies par un rectangle vert, numéroté. Pour le gazomètre par exemple, ces parties étaient la cuve, le fléau ou le plateau. Ils sont les points d'intérêts de notre structuration hiérarchique.



**Figure 23 : Décomposition hiérarchique du Laboratoire de Lavoisier (en haut),
Association des discours aux objets (en bas).**

Le second système de navigation était défini par la prise en compte du niveau d'intérêt du visiteur lors de sa navigation au sein du contenu. Le visiteur pouvait exprimer à tout moment

sa volonté de changer de sujet par l'expression d'un intérêt moindre. Il n'était alors plus possible de bâtir la médiation selon un graphe structuré autour d'une idée, comme présenté dans la Figure 23 :. Il devenait nécessaire de lui proposer un autre contenu selon une autre thématique, une autre profondeur et un format différent. De plus, certains contenus pouvaient, par exemple, n'être diffusés que dans un certain ordre ou lorsque le visiteur aurait atteint un certain degré d'intérêt [Damala et al., 2013]. La médiation ne pouvait plus s'effectuer selon un graphe de contenus, comme celui présenté dans la Figure 23, en bas. car il constituait un cadre trop rigide pour gérer la complexité de la combinatoire. C'est pourquoi, la navigation fut conçue à partir de métadonnées d'état du visiteur et de métadonnées sémantiques qui apportaient plus de souplesse.

Le scénario de médiation ne reposait alors plus sur une vision séquentielle et thématique des contenus mais sur des événements indépendants, liés à l'environnement physique du visiteur. Il était également tributaire du rafraîchissement assez rapide des indicateurs d'intérêt du visiteur et des éléments de contexte qui lui imposaient certaines limites [Damala et al., 2013]. C'est pourquoi, nous avons choisi de regrouper le contenu digital selon trois niveaux de granularité pour être rattaché aux différents éléments de structuration de la scène physique :

- La Séquence d'Introduction (SI) : une seule unité d'apprentissage dont le but est de présenter la scène dans sa globalité et éventuellement son contexte historique.
- Le Bloc de Contenus (BC) : ensemble de plusieurs Unités de Contenu (UC) digitales ancrées sur la même sous-scène ou PoI du monde physique. Un BC représente le contenu multimédia disponible pour une partie annotée de la scène.
- L'Unité de Contenu (UC) : contenu digital qui peut être délivré aux visiteurs (images, textes, vidéos, commentaires audio) et placé dans un ou plusieurs BC.

Ce modèle constituait un premier modèle de narration, construit uniquement sur la déambulation visuelle du visiteur (cf Figure 24).

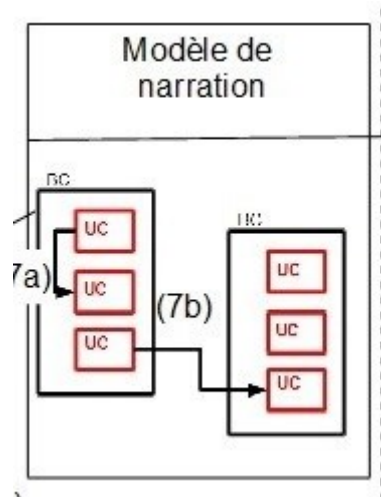


Figure 24 : Modèle de narration du projet ARTSENSE

Pour tenir également compte de l'état du visiteur mis à jour toutes les 5s ou sur une période de 30s, l'UC devait posséder deux qualités :

- Elle devait être insécable : toute UC commencée devait s'achever sans interruption. Toute UC avait une durée maximale de 30s. Durant cette période, l'intérêt du visiteur était enregistré toutes les 5s. Ces enregistrements déterminaient les éléments du contenu sur lesquels le visiteur réagissait. A l'issue de l'UC, ces enregistrements étaient utilisés pour déterminer la thématique du contenu suivant, grâce aux métadonnées assignées à ces contenus. Mais l'UC n'était pas interrompue afin d'éviter d'avoir une visite incohérente, construite à partir de petits morceaux de médiation sans lien les uns avec les autres.
- elle devait être autonome. En effet, la navigation par métadonnées ne permet pas, au moment de la conception du contenu, d'être sûr du chemin suivi par le visiteur pour arriver à l'UC. Par exemple, l'UC « La fortune de Lavoisier » retrace l'origine et le niveau de la fortune personnelle du savant. Durant la visite, cette UC peut être atteinte de deux façons :
 - Le visiteur s'intéresse en tout premier lieu au buste de Lavoisier. Il écouterait alors le fichier audio retraçant « La vie de Lavoisier ». Si ce contenu ne lui plaît pas, le dispositif va alors le rediriger vers les instruments scientifiques pour attirer son attention sur ceux-ci. Pour faire une transition avec ce qu'il vient d'écouter, il proposera au visiteur le discours sur « La fortune de Lavoisier » dans lequel une UC parle des instruments scientifiques.
 - Le visiteur s'intéresse en premier lieu au gazomètre. L'UC « Présentation des gazomètres » le captive. Le dispositif enchaîne sur « La commande des gazomètres ».

Son intérêt ne diminuant pas, le dispositif lui proposera « La fortune de Lavoisier », afin de comprendre le caractère exceptionnel de ces instruments.

Le visiteur n'aura pas forcément entendu le même discours avant de prendre connaissance de l'UC « La fortune de Lavoisier ». Nous ne pouvons donc préjuger de la connaissance déjà acquise par le visiteur au cours de sa visite.

Les UC doivent également éviter les redondances, sources de lassitude qui peut provoquer le rejet du système de médiation

2.2.1.1.3 Le choix du visiteur

La question était de savoir quelle liberté accorder au visiteur. Devions-nous laisser le système choisir seul ce qu'allait écouter le visiteur ou demandions-nous au visiteur de choisir parmi une sélection proposée ? Dans le premier cas, il y avait une forme d'autoritarisme de la part du système, qui nous paraissait gênante. Elle nous semblait contraire à la volonté des musées de se libérer de cette image d'institution seule détentrice du savoir, de cette médiation "top down". A l'inverse, proposer au visiteur de choisir son contenu à chaque fin de séquence risquait de l'ennuyer et de le décourager à poursuivre la visite avec ce guide de réalité augmentée adaptative bien trop présent. Faire un choix à chaque séquence ne mettait pas non plus en valeur l'aspect adaptatif car le visiteur pouvait avoir l'impression de faire systématiquement le choix à la place du système. Il fut décidé de laisser le visiteur choisir par lui-même son contenu parmi 3 propositions. Il nous semblait important que le visiteur conserve sa liberté. L'apport du système de recommandation apparaissait dans la présentation de la proposition la plus intéressante en tête de liste des choix possibles.

Les 3 recommandations étaient affichées sous forme d'un menu dans son champ de vision. La liste de propositions comportait :

- soit 2 contenus dans la continuité de ce que vivait le visiteur et 1 en rupture, dans le cas d'une détection d'intérêt;
- soit 2 contenus en rupture et 1 en continuité dans le cas contraire.

La proposition que le système jugeait la plus intéressante était positionnée en tête du menu.

Les choix étaient effectués en fonction de l'intérêt évalué grâce aux données fournies par les

capteurs mais également par la valeur émotionnelle du contenu. Cette valeur émotionnelle pouvait être fonction, par exemple, du format du contenu (audio, vidéo, texte). Utiliser un type de contenu ou un autre pouvait maintenir l'attention du visiteur sur le sujet de médiation en cours.

Le visiteur donnait sa préférence en plaçant son doigt sur la proposition qu'il choisissait. La pertinence de la sélection du système de recommandation était ainsi validée de façon indirecte par le choix du visiteur. Les critères de sélection étaient donc affinés en permanence durant la visite selon le choix réellement effectué par le visiteur

2.2.1.2 Architecture

L'architecture fonctionnelle du système a été définie par les chercheurs du Fraunhofer en collaboration avec l'équipe chargée de l'informatique émotionnelle (LJMU). Elle est schématisée dans la figure ci-dessous, réalisée à partir du livrable [Xu et al., 2011] (cf. Figure 25). Elle est conçue autour des trois questions : Quand faut-il adapter ? Comment faut-il le faire ? Et à partir de quoi ? Les différents capteurs et les systèmes de gestion donnent la réponse au "Quand". Lorsqu'une information est retournée par un capteur, le système de gestion associé le renvoie au module d'analyse et d'interprétation via un bus logiciel de gestion des événements. Ce bus est central à l'ensemble de l'architecture. Le module d'analyse et d'interprétation va déterminer quelle réaction manifeste le visiteur en se basant sur un ensemble de patrons pré-établis en amont par l'équipe chargée du domaine d'informatique émotionnelle (affective computing) [Picard, 1997]. Il génère ensuite un événement pour fournir son interprétation au système de recommandation. Ce dernier va établir la réponse à apporter (le "Comment"), en fonction du profil du visiteur, des recommandations déjà réalisées et des métadonnées assignées par les professionnels des institutions culturelles aux contenus de médiation. Le module de recommandation envoie ses nouvelles recommandations de contenus au module d'exécution en générant un événement. Le module d'exécution choisit le contenu le plus approprié en fonction du contexte du visiteur et l'envoie vers le ou les canaux de sortie adéquats (écouteurs, lunettes).

"Diffusion non autorisée"

Figure 25 : Architecture fonctionnelle simplifiée du projet européen ARtSENSE (schéma issu de [Xu et al., 2011])

Afin de limiter les équipements portés par le visiteur mais permettre toutefois des vitesses d'exécution compatibles avec la fluidité nécessaire à une visite, ces différentes fonctions étaient réparties sur différents équipements (cf Figure 26) dans une architecture 3 tiers. Les modules gérant les capteurs et les communications avec les autres éléments du système se situent sur la plateforme cliente portée par le visiteur. Les communications vers le module d'analyses et d'interprétation qui se situent sur une seconde plateforme, s'effectuent par une connexion WiFi. Le module de recommandation, le bus d'événements et le module d'exécution se situent également sur ce second système. Les bases de données sont installées sur une troisième car elles nécessitaient une plateforme matérielle différente du serveur principal [Xu et al., 2011].

"Diffusion non autorisée"

Figure 26 : Répartition des différents modules sur les plateformes (schéma issu de [Xu et al., 2011])

2.2.1.3 Conclusions

L'application de réalité augmentée adaptative du projet ARtSENSE n'est pas un jeu mais est une application pervasive, adaptative et sérieuse. ARtSENSE est une application pervasive par l'utilisation de capteurs (caméra, biophysique) qui détectent l'intérêt du visiteur. Le monde réel influence donc le monde virtuel de l'application grâce à cette information, fondement du système de recommandation. Il y a également influence du monde virtuel de l'application vers le monde réel lors de la proposition dynamique de contenus, et la superposition d'un média issu du monde virtuel sur les sensations éprouvées du monde réel. Elle est d'autre part adaptative par la prise en compte des changements d'intérêt du visiteur dans la sélection des contenus proposés. Enfin, ARtSENSE est une application sérieuse car elle souhaite apporter au visiteur de la connaissance sur les œuvres pour lesquelles il a montré de l'intérêt. Les solutions proposées par le projet concernant la pervasivité de l'adaptation sont originales et peuvent être employées également dans les jeux. Elles concernent :

- la localisation des points d'intérêt (PoI), c'est à dire des éléments de l'environnement du visiteur que l'institution juge remarquable et souhaite signaler à ce dernier,

- les principes de navigation entre les contenus.

La localisation des PoI passe par le repérage de ceux-ci. Afin de fournir un discours approprié, l'application d'ARtSENSE va donc s'employer à déterminer les centres d'intérêt du visiteur, détectés à l'aide de capteurs de mouvements des yeux et des émotions. Les caméras effectuent un suivi du regard du visiteur et localisent son point de convergence, dans un cadre prédéfini. Ce point de convergence désigne soit un objet, lorsqu'il regarde une scène, soit un élément du menu affiché par le système. Les capteurs biophysiques s'attachent à découvrir quelle portion du média en cours d'utilisation provoque un intérêt pour le visiteur. Les contenus qui vont être proposés au visiteur ne sont donc pas attachés à une localisation physique, comme dans PLUG, mais à une localisation virtuelle : au sein d'un cadre de référence ou au sein d'un texte. La localisation existe toujours mais elle est associée à un référentiel différent de celui de l'espace physique. La pervasivité est obtenue par superposition d'un référentiel virtuel associé à chaque élément physique permettant la navigation dans les contenus de médiation. Ce référentiel est :

- une image cadrée en fonction des objets reconnus dans la vue captée du visiteur. Les coordonnées sont donc à deux dimensions par rapport au cadre de cette image,
- un script, bande son ou vidéo pour un élément de médiation. La coordonnée utilisée est alors le temps écoulé depuis le début de l'enregistrement.

La possibilité de détecter un intérêt dans un média dispensé au visiteur permet d'utiliser un nouveau principe de navigation dans le contenu : l'hypermédia. La navigation s'effectue grâce à l'indexation de certaines portions de contenus de médiation qui permet l'association à d'autres médias. Lorsque le visiteur manifeste un intérêt pour une séquence de contenu indexée, le système lui propose différents médias en lien avec la section déterminée. Cette proposition s'effectue à la fin de l'exécution du contenu en cours. Ce procédé permet de définir le parcours du visiteur dynamiquement et non plus à la conception, donnant plus de liberté à celui-ci et la possibilité de vivre une visite qui le satisfasse totalement. La conséquence est un fond assujéti à la forme. En effet, la navigation hypermédia et l'adaptation en fonction des intérêts détectés lors de la déambulation physique du visiteur peut amener à un contenu fractionné (cf Figure 24). Le chaînage de ces contenus permet de donner une profondeur au discours mais la conception du contenu est fonction de la forme

d'adaptation et donc, en particulier, de la fréquence de celle-ci. Une adaptation espacée permettra ainsi un discours plus long qu'une adaptation plus fréquente.

L'adaptation s'effectue ici sur l'interprétation de données reçues de capteurs. Tout comme pour le projet PLUG, c'est le comportement du visiteur qui est source de l'adaptation. Cependant, le projet ARTSENSE n'impose pas l'adaptation. Il propose au visiteur de valider les choix effectués par le système. Ce choix, qu'il soit le meilleur ou le moins mauvais des choix [van Lankveld et al., 2011] sert à son tour d'indicateur pour déterminer les préférences du visiteur. Toutes ces informations : retour des capteurs, préférences, indicateurs de comportement constituent le profil du visiteur. Celui-ci dépend fortement du système de captation des informations nécessaires à l'adaptation.

En conclusion, le projet ARTSENSE met en œuvre un référentiel virtuel permettant de localiser les sources d'intérêt du visiteur et un système de création dynamique d'un parcours de visite au moment de celle-ci. Il révèle alors la tension possible entre le rythme de l'adaptation et la richesse et la profondeur de l'information délivrée. Il propose enfin d'enrichir le profil du visiteur d'un nouvel indicateur d'adaptation qui est le choix effectué par le visiteur lors des recommandations effectuées par le système.

2.2.2 Le projet ANR CULTE

Le projet CULTE (Cultural Urban Learning Transmedia Experience) était un projet de recherche financé par l'Agence Nationale de la Recherche. D'une durée de 42 mois, son objectif était de proposer des méthodes de conception d'expérience transmédia, à la fois pédagogiques et ludiques au sein de musées.

Les participants à ce projet étaient le laboratoire CEDRIC du Cnam, coordinateur du projet et responsable de la définition des principes des jeux, le musée du Quai Branly-Jacques Chirac (MQB-JC), responsable de la conception de la médiation et des expérimentations au sein du musée, l'entreprise Mazédia, chargée de la conception et de la réalisation de la plateforme d'édition et d'exécution, et le laboratoire Le Lutin, effectuant les études d'usage. Le scénario a été conçu par la scénariste transmédia Lucie Poirot, contractualisée par le Musée du Quai

Branly-Jacques Chirac, et certains principes de jeu proposés par Emmanuel Guardiola, contractualisé par le Cnam.

2.2.2.1 Présentation du projet

La logique transmédia du projet est répartie sur trois temps : l'avant, pendant et l'après la visite. La plupart des logiques transmedia actuelles s'articulent autour du scénario ou des personnages du scénario [Jenkins, 2008]. Dans le cadre de CULTE, elle souhaitait s'articuler autour des gratifications (points, récompenses, matériaux) acquises par les joueurs [Astic and Gressier-Soudan, 2015]. Les gratifications gagnées dans un jeu avaient un sens et une utilité dans les autres modules de la logique transmédia, qui avait été pensés sous forme de jeu également. Au moment où j'ai quitté le projet, seul le jeu in situ, c'est à dire pendant la visite, était réalisé. Il ne m'est donc pas possible de présenter la logique transmédia dans son entier. Je présenterai ici l'état du projet au moment de la dernière revue de l'Agence Nationale de la Recherche au 24 novembre 2015 qui peut être considéré comme un point stable de son développement.

L'approche de médiation définie par le MQB-JC était "d'éveiller le sens critique du visiteur, de le sensibiliser à l'altérité et à la diversité du génie créatif humain pour lutter contre les stéréotypes et toute forme de racisme" [Chenu, 2015]. Pour ce faire, l'approche scénaristique choisie par le consortium, parmi d'autres proposées par la scénariste Lucie Poirot, était un voyage initiatique à travers un dialogue avec les œuvres et une approche sensorielle des collections [Poirot, 2015]. Emmanuel Guardiola proposa plusieurs modèles de jeu (quête, gendarme et voleur, superposition d'un instrument de visite sur le plateau des collections) [Guardiola, 2015]. Celui qui semblait le plus proche de cette approche scénaristique fut la "visite-métaphore", car elle permettait une plus grande interaction avec les œuvres [Chenu, 2015] et une médiation plus facile à intégrer. Le jeu était donc un mélange d'une déambulation interactive sur le plateau des collections et d'un jeu de progression scandé par niveaux.

Concrètement, le but du jeu était de dialoguer avec le maximum d'œuvres possibles et faire preuve de clairvoyance, curiosité et sociabilité, pour pouvoir appartenir à une communauté particulière et avoir alors accès à des fonctionnalités spécifiques. Des auras

sonores se déclenchaient lorsque le visiteur s'approchait suffisamment des œuvres qui acceptaient le dialogue. Ces auras intriguaient et le visiteur se guidait vers l'œuvre, grâce à un plan du musée qui lui permettait de se localiser, lui, et les objets qui s'adressaient à lui (cf Figure 27). Dans le cadre de ce projet, c'est la technologie eBeacon qui permettait la localisation indoor des visiteurs.

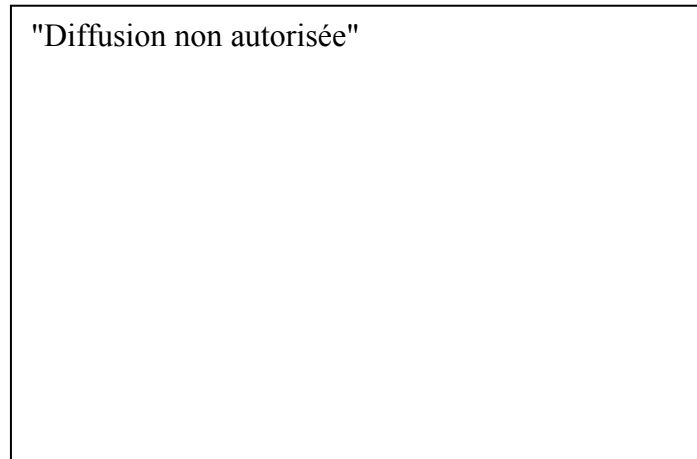


Figure 27 : Plan du musée

Pour la plupart des œuvres, un dialogue s'instaurait alors. Cet échange était constitué d'un ensemble de questions/réponses permettant au visiteur d'en apprendre un peu plus sur l'œuvre. Certaines interactions s'effectuaient quelquefois sous forme de mini-jeux (puzzle par exemple, cf Figure 28), de capsules textuelles, en réalité augmentée, où le visiteur devait faire le choix d'un mot qui serait vu par les visiteurs suivants, ou enfin de capsules sonores où le visiteur était interpellé par un visiteur virtuel qui lui proposait de l'aider.

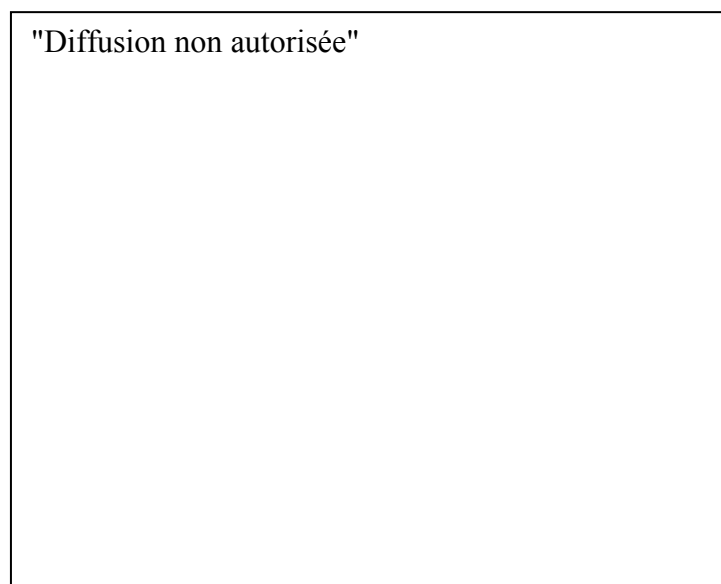


Figure 28 : Exemples d'interactions avec les œuvres : à gauche un mini-jeu, à droite un

dialogue

Certaines œuvres restaient secrètes et refusaient d'entamer la discussion tant que le visiteur n'avait pas atteint un certain niveau d'initiation.

La visite commençait par la zone Afrique mais pour inciter les visiteurs à aller au delà de cet espace, les œuvres rencontrées recommandaient d'autres œuvres de thématiques semblables ou au contraire opposées disposées sur les autres continents. Les œuvres avec lesquelles le visiteur avait interagi n'étaient plus questionnables ensuite. Par contre, des fiches de présentation de l'œuvre étaient insérées dans l'application au fur et à mesure de l'initiation du visiteur. Ce dernier pouvait donc s'y reporter pour obtenir toutes les informations souhaitées. Pour que la visite ne soit pas une simple déambulation, des effets de surprise avaient été ménagés sous forme d'événements imprévus rencontrés par les visiteurs sur leurs parcours :

- les capsules sonores déjà mentionnées
- des "zones de turbulence", endroits où le visiteur était questionné sur un sujet indépendant d'œuvres du musée. Cependant, afin de conserver le visiteur dans la thématique de l'initiation, ces questions nécessitaient un certain savoir pour y répondre correctement.

Les réponses données par l'application contribuaient à l'initiation du visiteur. Les visiteurs pouvaient également prendre des photos des œuvres et, lorsque leur initiation était suffisamment avancée, recevaient un carnet de voyage contenant l'ensemble du parcours effectué et des liens vers d'autres contenus. Ce carnet de voyage était accessible après la visite, grâce à un lien envoyé à leur adresse e-mail.

La progression au sein du jeu était évaluée par gain de points. PSM nous avait appris que pour que le jeu atteigne ses objectifs non ludiques, il était important que les gratifications portent directement sur les objectifs sérieux à atteindre. Afin "d'éveiller le sens critique du visiteur, de le sensibiliser à l'altérité et à la diversité du génie créatif humain pour lutter contre les stéréotypes et toute forme de racisme", les objectifs de médiation décidés par les services du MQB-JC étaient [Chenu, Levillain, Poirot, 2015]:

- la *notion de voyage*, développée par le scénario de la visite des collections proprement dite,
- le *parcours initiatique*, mis en œuvre par l'éveil progressif du visiteur aux cultures présentées au sein des collections, grâce aux dialogues établis avec les œuvres,
- le *décentrement du regard*, atteint lorsque le visiteur est capable, pour une culture donnée, de comprendre ce que veulent dire certains objets, certains de leurs constituants ou certaines représentations. Il parvient alors à comprendre la signification de l'objet avec les yeux d'un membre de la communauté culturelle.
- l'*ouverture à l'autre* qui indique un souhait de socialisation, de compréhension d'autres cultures, d'autres personnes, d'interaction avec l'autre,
- et la *découverte d'autres cultures* qui implique une certaine curiosité car pour découvrir, il faut chercher, et pour chercher, il faut être curieux.

A ces trois derniers objectifs ont été associées trois qualités : la *clairvoyance* (*décentrement du regard*), la *sociabilité* (*ouverture à l'autre*), et la *curiosité* (*découverte d'autres cultures*).

Le but du jeu était de conduire les visiteurs à acquérir ces différentes qualités. Pour ce faire, il était nécessaire de caractériser les comportements en lien avec les objectifs pédagogiques fixés, puis de sélectionner des actions du jeu relevant de ces différents comportements [Astic and Gressier-Soudan, 2015]. Par exemple, l'ouverture à l'autre pouvait signifier que le joueur interagissait avec un autre visiteur ou une personne extérieure. La prise de photographie, répondre au visiteur virtuel, participer à une capsule textuelle, pouvaient être considérés alors comme des indicateurs de sociabilité. L'étape suivante fut la définition d'un système de gratification permettant de valoriser ces comportements pour les renforcer. Des points, ou quelquefois des contenus, venaient récompenser les actions en lien avec ces comportements [Astic and Gressier-Soudan, 2015]. Une notification associée à chaque compétence précisait le nombre de points alors acquis pour chaque compétence lors de la réalisation d'une action (cf Figure 29). Les points marquaient ainsi la progression du visiteur dans l'acquisition de ces qualités et donc dans son initiation. La progression de niveaux en niveaux pour une compétence était indiquée par des jauges. Le passage de niveaux de compétence permettait de gagner en expérience et scandait le processus d'initiation. Le niveau 4 d'expérience était le niveau maximum que pouvait atteindre un joueur [Astic and Gressier-Soudan, 2015].

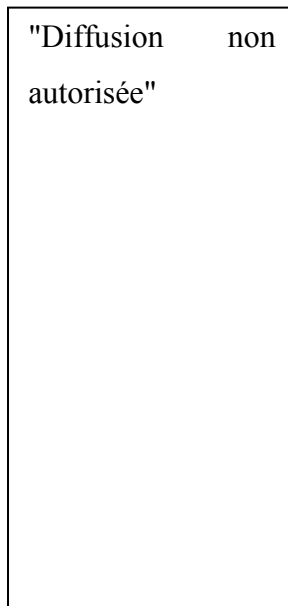


Figure 29 : Exemple d'écran avec les notifications sur les jauges de progression

L'application a fait l'objet d'une expérimentation auprès d'un public convoqué durant les vacances de Toussaint 2015 [Levillain, 2015]. 44 personnes ont participé, chacune a rempli un questionnaire et 16 d'entre elles ont participé à un entretien individuel, les autres ont été interrogées collectivement. La moyenne d'âge de ces visiteurs était de 36,3 ans dont 28 personnes avaient entre 20 et 39 ans. Le panel était majoritairement constitué de femmes. La plupart de ces visiteurs correspondait à un public averti de musées (80% y va au moins une fois par mois) mais seuls 14% d'entre eux étaient des joueurs réguliers, 54% des joueurs occasionnels. Ce panel était différent de celui initialement prévu pour la cible des utilisateurs (18-35 ans, peu habitués au musée). Ce choix s'expliquait par la volonté du MQB-JC de faire connaître l'application par viralité à partir d'ambassadeurs coutumiers du musée. Ces habitués devaient être le relais vers d'autres publics. Les testeurs de l'application répondaient donc à ce second profil.

Des difficultés techniques ont gêné l'évaluation des différentes expérimentations. En effet, la technologie eBeacon mise en œuvre s'est avérée extrêmement complexe à mettre au point au sein du musée. Les nombreuses vitrines, les nombreux cadres métalliques, ainsi que l'affluence de visiteurs gênaient la dispersion des ondes, donnant un caractère irrégulier et parfois hasardeux à la géolocalisation indoor. De nombreux contenus se déclenchaient au bon moment lors d'expérimentation sur le plateau des collections privatisé mais complètement

hors propos les jours d'affluence. D'autre part, d'une plateforme matérielle à une autre, le comportement n'était pas le même. Ainsi, les premiers tests avec les iPod étaient nettement moins robustes et fiables que ceux entrepris ensuite avec les iPhone 6. Cependant, ces soucis techniques mis à part, l'application a été bien perçue dans l'ensemble. Son caractère interactif fut plébiscité car il permettait de rendre la visite active, au contraire de l'audio-guide qui était jugé plus passif. Les principes des auras sonores et des dialogues ont été particulièrement appréciés. Ils convenaient bien aux différents utilisateurs et participaient à la création d'une forme originale de visite. Ils intriguaient et permettaient de susciter des réflexions, au contraire des modes de médiation traditionnels. Certains participants ont reconnu que ces interactions, et notamment, la qualité des dialogues, avaient suscité leur intérêt pour des objets qu'ils n'auraient certainement pas vu.

Il en a été différemment pour la partie jeu, qui, souvent, avait été à peine remarquée, notamment par les testeurs les plus âgés. Les ressorts ludiques perçus par les visiteurs étaient les mini-jeux, les scores et les passages de niveau. Ces derniers ont été immédiatement perçus comme des éléments de jeux vidéo. Les visiteurs qui les ont remarqués ont adopté automatiquement un comportement compétitif en évaluant leurs résultats avec ceux des autres au moment des entretiens. Le principe des œuvres secrètes, demandant de revenir sur ses pas, a été différemment apprécié. Ce sont :

- des objectifs insuffisamment définis,
- des difficultés
 - à comprendre le principe du jeu
 - et à associer les points gagnés et les actions entreprises.

qui ont empêché les visiteurs à entrer dans le jeu. Les visiteurs n'ont notamment pas compris la corrélation entre le système de points et la progression. Le système de point, et donc l'aspect ludique, est apparu comme plaqués sur le parcours de découverte.

Le double système de progression basé sur les compétences d'une part et l'évolution de l'initiation d'autre part a perdu les joueurs. D'autant qu'il n'existait pas de buts différents affectés à la progression selon l'un ou l'autre des systèmes. Les joueurs ont donc eu du mal à comprendre la raison des deux systèmes de progression. Il est à noter également que, contrairement au système de points, les mini-jeux ont été relativement bien appréciés, surtout ceux qui avaient une dimension pédagogique, soit sur le fonctionnement ou la manipulation

de l'application, soit sur la médiation des œuvres. A l'inverse, le jeu de taquin, dont la difficulté a accaparé les visiteurs a été critiqué car il maintenait les joueurs rivés sur leur écran sans les inciter à regarder et observer l'œuvre.

En résumé, pour ce public à forte motivation et exigeant d'un point de vue de la médiation, l'application est considérée comme à mi-chemin entre l'audio-guide et le jeu. Une des participantes l'a qualifié de "visite interactive avec des jeux, pas forcément seulement un jeu" [Levillain, 2015]. Son interactivité oblige à une visite active mais la dimension jeu peut être intéressante pour les uns, une gêne pour les autres. Ceux qui jugent la dimension ludique intéressante soulignent cependant qu'elle n'est valable que si elle apporte une dimension pédagogique supplémentaire, que ce soit par rapport à l'utilisation de l'application elle-même ou par rapport aux œuvres. Le jeu ne doit en aucun cas détourner le visiteur des œuvres.

2.2.2.2 Conclusions

Le projet CULTE a proposé un travail original sur les jeux de médiation dans les musées en explorant certaines voies de conception par :

- la mise en œuvre d'un principe de gamification à partir de mécaniques de jeu (système de points et de niveaux) ajoutées à une idée initiale de médiation des collections. Le système de points récompensait les actions qui semblaient montrer que le visiteur possédait certaines des qualités voulues par le MQB-JC : curiosité, sociabilité, expertise [Astic and Gressier-Soudan, 2015]. Pour favoriser l'esprit d'ouverture et éviter la compétition, les gains n'étaient pas l'objet d'un classement.
- la création d'un mécanisme d'engagement avec :
 - une composante émotionnelle suscitée par un ensemble d'effets de surprises (auras sonores, zones de turbulences),
 - une composante sociale liée aux possibilités d'interactions avec des joueurs virtuels, aux partages potentiels de contenus du jeu, fournis ou conçus par le joueur, et d'expertise.

La gamification ne fut pas concluante. En général, le côté ludique de l'application a paru assez

confus. [Lavigne, 2016], reprenant la caractérisation des jeux de Caillois [Caillois, 1963], cite un certain nombre d'éléments notés comme préjudiciables à l'aspect ludique des jeux sérieux. L'application CULTE en comporte quelques uns :

- CULTE ne procurait pas réellement d'amusement. Parce que les joueurs ne comprenaient pas le système de récompense, ils avaient l'impression de progresser dans le jeu sans savoir pourquoi, sans savoir comment influencer sur cette progression et surtout sans difficultés. Les seuls enjeux ludiques détectés étaient ceux des mini-jeux. Le manque de difficultés ne créait pas d'enjeu global pour l'application.
- en conséquence, CULTE ne comportait pas d'incertitude, et donc, pas de risque de perdre. L'objectif du jeu était d'atteindre le niveau maximal mais les efforts demandés le long du chemin n'étaient pas importants, il n'y avait donc pas beaucoup de risques de manquer son objectif.
- les niveaux de difficultés étaient inexistantes. Les niveaux définis dans le jeu marquaient la progression dans le jeu en comptabilisant le nombre d'œuvres rencontrées et l'évolution des qualités de curiosité, de discernement ou de sociabilité acquises. Ils ne correspondaient pas à des difficultés croissantes.
- la gestion des points n'était pas compréhensible.

De tous, le manque d'un réel enjeu ludique, marqué par celui d'objectifs clairs et de moyens pour y parvenir, semble avoir été le principal défaut de cette gamification.

L'engagement émotionnel fut efficace : les visiteurs ont tous aimé être interpellés par les œuvres. Leurs retours indiquent que cette "prise à partie" les incitaient à répondre aux questions posées et à s'investir dans la visite. Ils ont apprécié d'être maître de leur parcours et du rythme de leur visite. Ils pouvaient choisir le sens de leur visite et l'enchaînement des œuvres à découvrir. Seuls un ou deux expérimentateurs ont indiqué qu'ils avaient l'impression d'être guidés. Tous les autres ont salué leur maîtrise du rythme de leur visite.

La réflexion entreprise sur la conception d'une logique transmédia liant la pré- et post-visite à la visite *in-situ*, a permis de réfléchir aux articulations possibles entre ces différents

éléments. Le projet CULTE propose de relier ces éléments par les mécaniques [Astic and Gressier-Soudan, 2015]. Elle peut être implémentée de plusieurs façons, par exemple : utiliser le système de gratification (points, éléments de personnalisation acquis) ou de ressources (ressources du jeu, compétences) dans d'autres constituants de la logique transmédia; ou instaurer une interaction entre utilisateurs de ces différents constituants comme les inciter à collaborer entre eux par exemple.

D'un point de vue technique, ce projet a permis de tester la technologie e-beacon. Elle s'est avérée difficile à maîtriser car des contraintes d'ordre patrimonial n'ont pas permis d'installer autant de balises qu'il aurait été souhaitable. De plus tout comme le WiFi dans PUPN, la communication par onde radio était très sensible d'une part à l'épaisseur et à la nature des murs, mais également à la densité des vitrines et à celle des visiteurs.

Les travaux réalisés au sein du projet CULTE ne permettent pas tous de conclure catégoriquement sur certains résultats. Si nous pouvons affirmer que l'émotion est un vecteur important de l'engagement, nous ne pouvons pas juger de l'adéquation de la gamification comme procédé pour la conception d'un jeu sérieux pervasif pour un musée. Le danger que fait apparaître cette expérimentation est de laisser trop visible la partie "visite". Comme le signale Michel Lavigne [Lavigne, 2016], il existe une dualité chez les joueurs, une frontière entre joueur et non joueur. L'expérience du non-joueur interagit avec celle du joueur au sein du jeu, conférant une certaine fragilité à l'impression de jeu dans le cadre d'un jeu sérieux. Si le jeu le renvoie vers des enjeux sérieux, le joueur peut se retrouver dans une position d'élève, d'apprenant, le faisant décrocher du jeu.

Le projet propose de plus une nouvelle piste à évaluer pour la conception d'une logique transmédia : l'utilisation transversale des ressources et des gains dans les différents éléments de la logique.

2.2.3 Le projet Cartel

Le sujet de ce projet fut le résultat du souhait de 3 anciens partenaires du projet CULTE de

continuer à travailler ensemble pour construire une autre proposition de médiation au sein d'un musée. Eric Gressier-Soudan, Florent Levillain et moi-même souhaitons renverser le rapport descendant qui caractérise encore souvent l'approche des musées pour une approche plus participative de ses publics. L'idée était de leur donner la possibilité de parcourir le musée et d'apporter un peu de poésie en enregistrant et localisant leurs sensations, émotions ou tout simplement commentaires devant les objets. De premières expérimentations, que je préparais au sein du musée des arts et métiers à l'aide d'apps gratuites disponibles sur les magasins en ligne, nous ont conduit à penser que notre idée était viable.

2.2.3.1 Présentation du projet

Cette idée fut proposée en février 2017 à des élèves de la formation UX Design des Gobelins sous forme d'un projet de fin d'étude. Il s'agissait de réaliser un jeu participatif qui permettrait à des visiteurs d'étiqueter des œuvres de musée et de partager ces étiquettes avec les autres visiteurs. Le but était :

- d'offrir aux visiteurs une promenade où chacun visiterait le musée à son gré, tout en partageant ses émotions de façon singulière,
- d'enrichir la médiation du musée par une médiation des visiteurs eux-mêmes, que nous espérons donc poétique,
- d'autoriser une interaction entre visiteurs, virtuelle et asynchrone,
- de récolter des informations sur le parcours des visiteurs au sein des collections.

Ce sujet initial fut proposé et encadré par nous trois. Les expérimentations étant localisées au Musée des arts et métiers, mon rôle fut d'être l'interface entre le musée et le projet, en proposant des contacts avec des professionnels du musées et en facilitant l'organisation des tests, et de présenter le contexte muséal :

- l'histoire et les collections du musée,
- les études menées sur les jeux au sein du musée,
- les recherches effectuées sur les publics des musées.

Le projet fut mis en œuvre par quatre élèves du MC11 des Gobelins, Jérémie Kornobis, Christophe Petitjean, Juliette Temem et Andréa Toutain. Ils ont su reprendre le sujet pour le

mener pleinement vers une dimension "User eXperience" (UX, Expérience Utilisateur). Leur travail a fait l'objet d'une preuve de concept testée au sein du Musée des arts et métiers et est repris dans leur mémoire de soutenance [Kornobis et al., 2017] et sur le site de l'école⁴⁹.

L'architecture technique était conçue autour de composants RFID permettant de situer le visiteur devant une œuvre et de lui proposer des interactions spécifiques à cette œuvre. Un lecteur de RFID était associé aux cartels des objets du musée et le visiteur était équipé d'un smartphone et d'une étiquette RFID. Lorsque l'utilisateur était un groupe, chacun des membres possédait une étiquette mais le groupe ne disposait que d'un seul smartphone. Le projet étant très court (5 mois) et sans aucun financement, ce sont les seules spécifications techniques proposées. Nous nous attarderons donc plus sur les spécifications fonctionnelles.

Celles-ci répondaient à leur re-problématisation du projet initial : "Est-ce que s'exprimer sur un objet du musée est un besoin réel des visiteurs ?".

Pour répondre à cette question, ils ont interrogé et suivis des visiteurs du musée. L'analyse des réponses a amené deux résultats :

- la définition de 4 *personas*, c'est à dire des stéréotypes de comportements, de motivations et d'objectifs, qui leur semblaient représentatifs du public rencontré et qui sont devenus les personnages cibles de leur application. Les *personas* répondaient à des motivations de curiosité, d'enrichissement des connaissances, d'acte de mémoire affective et d'activité sociale.
- la modification de l'objectif de l'application à concevoir. En effet, les visiteurs n'étaient pas tellement sensibles à l'idée d'étiqueter les œuvres. Ils en souhaitaient une meilleure compréhension et n'éprouvaient pas le "besoin de donner leur avis". A ce manque d'intérêt s'ajoutait une certaine "difficulté à s'exprimer et à trouver l'idée ou les mots" pour étiqueter les objets.

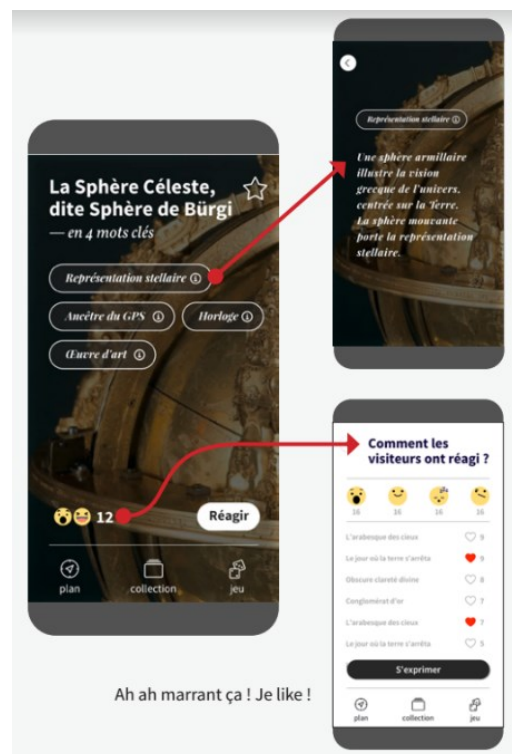
C'est pourquoi les quatre étudiants ont choisi de bâtir une application proposant des

⁴⁹ <http://designinteractif.gobelins.fr/2017/06/05/cartel/>

utilisations différentes, échelonnées entre la simple visite de découverte et le jeu autour des collections du musée. Toutes ces utilisations sont disponibles en permanence, et faciles d'accès, sur l'interface du jeu (cf Figure 30).

La première utilisation correspond à une visite augmentée par ce que les étudiants ont appelé une "médiation synthétique" facultative. Cette médiation apparaît sous forme de bulles de petits textes descriptifs, uniquement lorsque le visiteur approche son étiquette RFID du lecteur intégré au cartel d'un objet (écran de gauche dans la Figure 30). Ces quelques mots fonctionnent sur le principe des hashtags en contextualisant l'objet.

La seconde utilisation est celle d'une médiation développée. Elle n'existe que si le visiteur le souhaite puisque pour y accéder, il doit sélectionner une des étiquettes synthétiques (écran en haut à droite de la Figure 30).



Les deux autres fonctions sont insérées dans le bandeau inférieur de l'écran principal (cf Figure 30 à gauche) :

- la fonction "collection", au centre, autorise le visiteur à accéder à l'ensemble des objets qui sont présentés au sein de l'application et à sélectionner ceux qu'il a vu et qui l'intéressent pour retrouver les informations associées sur une page web accessible depuis chez lui.
- la fonction "jeu" reprend le principe des quêtes d'objets. Elle affiche un détail d'un objet à rechercher, ainsi que des indices (cf écran de gauche de la Figure 31). Ces indices peuvent être ceux proposés par l'institution mais également déposés par d'autres visiteurs. La découverte est validée par la lecture de l'étiquette RFID du joueur via le lecteur associé à l'objet. S'affiche alors, sur le smartphone, un écran reprenant la médiation synthétique mais également la possibilité de déposer un indice (écran de droite de la Figure 31). Chaque découverte donne droit à des ressources permettant de résoudre une énigme du jeu (comme un puzzle dans la Figure 31).

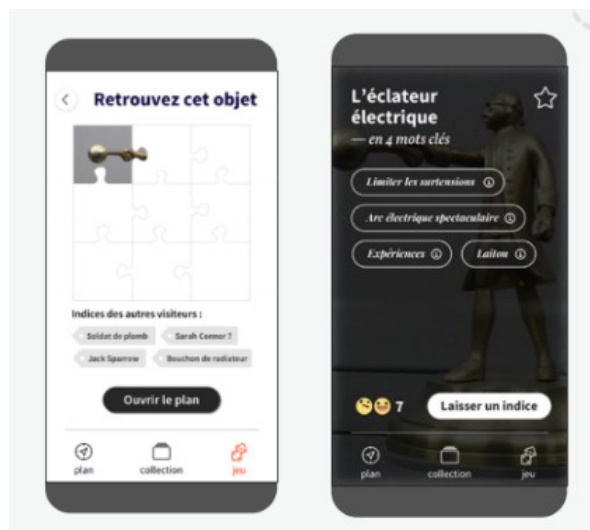


Figure 31 : Ecrans de la fonction "jeu" [Kornobis et al., 2017]

La fonction "réagir", en bas à droite de la Figure 30 :

- incite et guide le visiteur à donner son avis sur l'objet par sélection d'un émoticône,
- l'invite à personnaliser son avis grâce au bouton "s'exprimer" en bas de l'écran de réaction. Pour les aider si besoin, un exercice projectif leur est proposé pour leur permettre "d'imaginer l'objet dans un autre contexte et aller plus loin qu'une simple description physique ou fonctionnelle" [Kornobis et al., 2017] (cf Figure 32). Ce sont ces descriptions succinctes, personnelles, qui deviendront ensuite des indices pour d'autres visiteurs à la recherche d'objets.

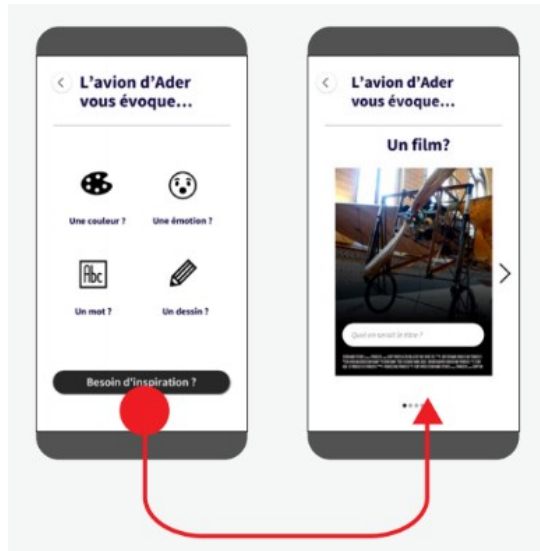


Figure 32 : Exemple d'exercice projectif [Kornobis et al., 2017]

2.2.3.2 Conclusions

Ce travail propose donc une application évolutive dans le temps selon les désirs et motivations du visiteur. Elle offre de façon progressive différentes possibilités de médiation, que le joueur choisit lui-même sans contrainte. Elle met en œuvre un certain nombre de principes d'une logique transmédia :

- la dissémination par la création d'indices, visibles par les autres visiteurs,
- l'approfondissement par la possibilité d'accéder à différents contenus répartis au sein de l'application. Chaque point d'entrée dans une nouvelle fonctionnalité peut être vue comme un "rabbit hole",
- la continuité par un accès évolutif aux différentes applications,
- la multiplicité par le nombre de fonctionnalités différentes offertes au visiteur autour du contenu et des œuvres,
- l'extraction qui lui permet de retrouver les informations sur les œuvres chez lui,
- l'univers qui emprunte à celui du musée,
- la subjectivité car les visiteurs, en utilisant les multiples fonctionnalités, accèdent à l'objet par différents points de vue,
- le caractère participatif qui rejoint ici la dissémination : les indices à définir sont autant d'occasion données au visiteur pour s'exprimer.

Seule l'immersion est plus difficile à obtenir car cette application ne propose pas de fiction.

Cartel peut ainsi être considérée comme l'intégration au sein d'une seule et unique application d'une logique transmédia permettant au visiteur d'adopter plusieurs comportements de visite. Grâce à cette diversité d'offres de médiation qu'un visiteur ne peut pas épuiser en une seule session, elle permet une autorégulation et est rejouable. Le parcours du jeu est extensible grâce à la dimension participative de l'étiquetage des œuvres et l'utilisation de ces étiquettes comme indices du jeu de quête. Les joueurs renouvellent eux-mêmes et en permanence les indices proposés pour découvrir les œuvres. Cartel met ainsi en œuvre le principe de l'utilisation des mécaniques comme élément transverse d'une logique transmédia [Astic and Gressier-Soudan, 2015] et celui de la participation comme facteur de rejouabilité des jeux [Hansen et al., 2013].

2.2.4 Conclusions

Ces trois projets ne sont pas tous des jeux mais ils apportent des compléments sur les propriétés des applications pervasives, sur le nécessaire équilibrage des aspects ludiques et non ludiques, à la conception ou dynamiquement, sur les conflits susceptibles d'être rencontrés lors d'un processus d'adaptation, sur la réutilisabilité des jeux, les implémentations possibles d'une logique transmédia, et sur les technologies mises en œuvre.

Dans une application pervasive, le joueur évolue entre deux mondes, un monde réel et un monde virtuel. [Walter, 2005] et [Yan, 2009] ont plus particulièrement étudié cette particularité, le premier en notant la superposition de plusieurs référentiels, la seconde en mettant en évidence des points de convergence entre ces deux référentiels qu'elle nomme les "objets surface". Dans le cadre d'un jeu pervasif sérieux, les points d'intérêt au sein des musées sont ces "objets surface". Ils appartiennent à la fois aux deux mondes, réel et virtuel, comme nous l'avons vu dans le projet ARtSENSE. C'est pourquoi ils sont susceptibles de posséder plusieurs jeux de coordonnées, afin que toute interaction de l'utilisateur puisse être détectée et localisée. Cette localisation permet de définir le contexte de l'interaction et d'y apporter la réponse appropriée.

Les recherches réalisées dans le cadre de ces trois projets ont permis de compléter les outils d'équilibrage des aspects ludiques et sérieux des jeux, à la conception comme à la réalisation.

A la conception, la question se pose dès le choix du processus de création d'un jeu : gamification ou conception d'un jeu ex nihilo. L'expérience de CULTE et le ressenti du visiteur, le travail de recherche de Michel Lavigne, nous incitent à penser qu'il est difficile de faire oublier totalement l'objectif sérieux du jeu dans le cas d'une gamification. Or, dans ce cas, l'utilisateur se place automatiquement dans la démarche de l'apprenant et non d'un joueur. L'équilibre ne peut advenir que si la trame de visite disparaît au profit des mécaniques de jeu.

L'intégration d'éléments émotionnels permet l'engagement dans l'application de visite. Dans le cadre du projet CULTE, l'émotion était créée par la surprise générée par l'interpellation du visiteur apportant ainsi une originalité dans la relation avec l'œuvre. Mais cette émotion ne suffit pas pour transformer l'application en jeu. Elle peut être cependant utilisée pour un équilibrage dynamique du jeu. C'est ce que nous avons vu avec le projet PLUG et plus particulièrement, le jeu "PLUG, Université Paris Nuit" (PUPN) où la présence de personnages non joueurs (PNJ) était utilisée pour réengager et immerger le joueur au sein du jeu.

L'équilibrage dynamique peut également être réalisé par adaptation du jeu grâce à l'utilisation d'indicateurs permettant de déterminer les moments de déséquilibre et d'actions spécifiques pour reconstituer l'équilibre. Ces indicateurs peuvent être définis à partir des comportements interprétés des joueurs (ArtSENSE) mais également à partir des préférences manifestées par le visiteur lors des sollicitations du système (ARtSENSE).

Parmi les actions permettant un retour à l'équilibre, il faut noter le système de recommandation d'ARtSENSE qui met en œuvre une autre forme de navigation dans le contenu de médiation : la navigation hypermédia. Elle repose sur une indexation du contenu. Le projet montre la difficulté à combiner cette navigation à une navigation par graphe souhaitée par les professionnels du musée pour permettre au visiteur d'éventuellement approfondir certaines notions. La navigation hypermédia suppose la constitution du graphe de médiation au moment de la visite alors que la navigation par graphe suppose que celui-ci a été conçu lors de la création de l'application. De même, il pointe une possible tension entre l'adaptation dynamique du graphe de médiation et la conception d'un contenu de médiation

articulé. Un conflit peut exister entre la longueur du contenu, permettant de développer l'argumentaire ou détaillant un point particulier, et le rythme de l'adaptation qui est susceptible d'intervenir au cours de cet argumentaire. La réactivité de l'adaptation et la longueur des éléments de médiation doivent être définis en tenant compte des objectifs de la médiation et de l'adaptation.

Les projets CULTE et Cartel se sont plus particulièrement intéressés à la dimension transmédia. L'un et l'autre proposent des mises en œuvre différentes, le premier en développant une logique transmédia sur une dimension temporelle, dans l'avant et l'après visite, le second au sein d'une même application par une proposition d'activités parallèles accessibles par "rabbit holes".

Dans le cadre de ces deux projets, le lien entre ces logiques transmédia sont les mécaniques. Cette proposition, élaborée dans le cadre de CULTE, a été implantée dans le cadre de Cartel, prouvant son intérêt et sa faisabilité.

Ces trois applications implémentent deux solutions différentes pour faire progresser le parcours :

- Soit le jeu évolue en fonction des choix explicites de l'utilisateur. Par exemple, dans ARtSENSE, le système recommandait trois contenus différents, laissant le visiteur choisir comment il souhaitait poursuivre la visite. L'analyse de ces choix permettait de mieux prédire les prochaines propositions. Dans Cartel, tous les choix étaient offerts d'emblée au joueur. Il pouvait alors naviguer au gré de ses envies dans l'application, alternant jeu ou simple visite. L'adaptation est alors réalisée par le joueur lui-même en fonction de sa motivation.
- Soit le jeu évolue de façon automatique, en fonction du comportement du visiteur dans le jeu, et sans confirmation ou indication de sa part. Par exemple, la progression au sein du jeu CULTE dépendait des interactions que le visiteur avait avec les œuvres : le nombre d'œuvres rencontrées, le type des œuvres avec lesquelles il avait dialogué ou la justesse des réponses aux questions.

Les résultats du questionnaire proposés aux visiteurs d'ARtSENSE montrent que ceux-ci

préfèrent être libres de leur parcours et donc récuse l'adaptation automatique. Cependant, les retours effectués par les utilisateurs de l'application CULTE montre un désir de structuration de l'application jeu et, en particulier, ne rejette pas un passage automatique des niveaux, pourvu qu'il soit compréhensible. Le système de recommandation d'un jeu peut n'être alors envisageable que pour le contenu de médiation, pas pour les activités proposées par le jeu.

ARtSENSE, CULTE et Cartel mettent en œuvre d'autres principes de rejouabilité et réutilisabilité des jeux proposées par [Hansen et al., 2013]. ARtSENSE a été construit avec un riche contenu qui permet aux visiteurs de naviguer à l'intérieur sans en découvrir la totalité. Il peut ainsi effectuer une seconde visite avec le dispositif, sans suivre exactement le même parcours. De même Cartel montre l'intérêt du principe participatif pour la rejouabilité des jeux. Comme le stipulait [Hansen et al., 2013], il permet de renouveler une partie du contenu du jeu. Le caractère participatif assure une extensibilité immédiate du jeu et donc une rejouabilité. L'application intègre également plusieurs parcours qui peuvent être lus comme différentes saisons de la visite. Cette proposition n'a cependant pas été le sujet d'une étude du public approfondie pour savoir comment étaient vécues ces possibles navigations au sein de différents parcours.

3 Conclusions et problématique de thèse

Les différentes expérimentations ont permis de montrer qu'un jeu pour visiter un musée n'était pas nécessairement sérieux au sens où l'état de l'art nous le montrait et qu'il possédait certains besoins auxquels les caractères pervasif et transmédia permettaient de répondre. Un jeu de visite dans musée possède une dimension sérieuse différente de celle d'un jeu sérieux usuel dans le sens où il n'y a pas d'obligation d'évaluation des acquis éventuellement effectués au sein du musée. Les visiteurs viennent pour découvrir le musée, l'apprentissage y est informel et la visite est un loisir.

Les projets étudiés dans ce chapitre ont tous essayé de résoudre les questions suivantes :

- amener les visiteurs à s'intéresser aux points d'intérêt (PoI) du musée,
- équilibrer les éléments ludiques et non ludiques du jeu, non plus uniquement à la conception, mais également à l'exécution,
- chercher la réutilisabilité, en concevant une application rejouable et/ou extensible,

Des réponses ont été proposées, s'appuyant quelquefois sur les qualités pervasives ou transmédia des jeux. Elles définissent, à notre avis, ainsi de premières spécifications des jeux de médiation pour les musées.

3.1 Amener les visiteurs à s'intéresser aux objets

La pervasivité permet le nécessaire dialogue avec les œuvres. L'atmosphère du musée, associant hétérotopie et hétérochronie [Foucault, 1984], place les joueurs au cœur d'un monde hors du monde réel. Les technologies amplifient ces prédispositions en autorisant la superposition effective et visible d'un monde virtuel sur un monde réel et leurs influences réciproques (PSM, ARtSENSE, CULTE).

Les visiteurs viennent au musée pour voir réellement les collections. La plus-value d'un musée est cette rencontre physique avec l'œuvre. Pour aller au delà de la visite classique et de l'audioguide, le jeu doit proposer des activités ludiques, ou non ludiques quelquefois, devant l'œuvre, et plus globalement les Points d'Intérêt (PoI). Ces points d'intérêt peuvent être les

contenus déjà disponibles au sein d'un musée, les points remarquables, l'ensemble des dispositifs muséaux mais également un élément de narration (les "zones de turbulence" de CULTE) ou tout autre élément en lien avec le jeu qu'il est souhaitable de localiser : des lieux particuliers d'un site patrimonial, ou, comme dans PSM, une personne possédant une information utile pour le joueur. L'objectif est donc d'inviter les visiteurs à se déplacer vers les lieux où se trouvent ces PoI et de proposer le contenu associé au PoI avec lequel il interagit. Ce qui pose la question de la localisation d'éléments virtuels dans le monde réel et inversement. La localisation peut s'exprimer sous la forme d'un identifiant de NFC (PLUG, Cartel) ou de iBeacon (CULTE), mais également sous celui des coordonnées d'un point dans une image virtuelle (ARtSENSE) ou de coordonnées GPS (Global Positioning System).

Tous les contenus et toutes les actions ne sont cependant pas localisés. Par exemple, les focus disponibles dans PSM, peuvent être lus à tous moments, indépendamment de la localisation du joueur à proximité d'une borne ou d'un autre joueur, et indépendamment de l'action réalisée. Dans PUPN, la joute n'est pas non plus une action localisée, liée à un objet du musée.

Amener les visiteurs à s'intéresser aux œuvres n'implique pas nécessairement le déplacement vers le musée. D'autres possibilités existent pour créer et maintenir le lien entre un visiteur et des collections. Le transmédia est l'un d'eux. Il a le double avantage de pouvoir accompagner le visiteur avant et après la visite (CULTE), et de lui proposer plusieurs offres de médiation, éventuellement au sein d'une même application (Cartel), pour qu'il puisse choisir celle qui lui convient le mieux.

La réflexion entreprise dans le cadre du projet CULTE sur la conception d'une logique transmédia liant la pré- et post-visite à la visite *in-situ*, a permis de réfléchir aux articulations possibles entre ces différents temps de la visite :

- par la narration. C'est la pierre angulaire d'une logique transmédia. Son objectif est de permettre à l'utilisateur de reconstituer une histoire, *son* histoire, à partir des multiples éléments dispersés sur les différents supports. Il existe un lien narratif entre ces derniers, par exemple, une personne rencontrée au cours du jeu peut devenir le sujet d'un autre composant de la même logique transmédia. Différentes narrations existent déjà au sein des musées : la vie d'un auteur ou inventeur, la vie des œuvres elles-mêmes. Toutes peuvent être la source d'une narration transmédia.

- par l'esthétique. Un style particulier, reconnaissable peut permettre, par exemple, de créer une identification efficace des différents contenus. C'est le principe mis en œuvre par les musées qui créent une muséographie homogène qui constitue l'image de l'institution. Elle peut être étendue à l'extérieur du musée comme la station de métro Arts et Métiers anticipant le Musée des arts et métiers. Elle constitue une pré-visite au musée, en mettant d'emblée le visiteur dans l'atmosphère particulière du celui-ci.
- par la médiation. Appuyer un discours de médiation sur plusieurs média est le cœur de la valorisation des œuvres des musées. Cette idée peut être reprise pour exporter la médiation à l'extérieur du musée, ou de l'espace patrimonial, comme l'imaginèrent les concepteurs du *Les défis des bâtisseurs*⁵⁰.
- par les mécaniques. C'est la proposition du projet CULTE. Elle peut être implémentée de plusieurs façons, par exemple : utiliser le système de gratification (points, éléments de personnalisation acquis) ou de ressources (ressources du jeu, compétences) dans d'autres constituants de la logique transmédia; ou instaurer une interaction entre utilisateurs de ces différents constituants comme les inciter à collaborer entre eux par exemple [Astic and Gressier-Soudan, 2015].

L'ensemble des composantes d'un jeu transmédia peut donc être étendu dans les autres modules de la logique transmédia, de façon à créer les liens nécessaires à l'utilisateur pour reconstituer son histoire globale. Le système de médiation dans le musée doit être capable de s'appuyer sur les contenus déjà disponibles au sein du musée mais également sur des éléments qui existent dans d'autres modules de la logique transmédia. De façon pratique, cela implique que les données nécessaires à la progression du jeu doivent être disponibles au delà de la session de jeu in situ.

3.2 Equilibrer le jeu

La médiation est une expérience proposée au visiteur. Cette expérience est réussie lorsque le visiteur est satisfait. Le jeu "Plug, les secrets du musée" (PSM), nous a confirmé que, comme pour un jeu sérieux traditionnel, un jeu de visite dans un musée nécessitait un équilibrage des dimensions ludiques et non ludiques du jeu. Lorsque le séquençement des missions s'effectue selon un objectif uniquement ludique, comme dans PSM, l'aspect ludique

⁵⁰ <http://www.arte.tv/sites/fr/cathedrale-strasbourg/>, consulté le 06/12/2014

prend le pas sur la visite et la relation aux œuvres. Lorsqu'elle est conçue sur la dimension sérieuse, comme dans PUPN ou CULTE, les visiteurs venus apprendre sont plus satisfaits mais d'autres trouvent l'aspect non ludique trop prégnant.

Il s'intéresse également aux types de visiteurs. Equilibrer un jeu sérieux suppose de déterminer quelles peuvent être les tensions existantes au sein du jeu, le moment où elles génèrent un déséquilibre et comment résoudre ce dernier. L'expérience vécue par le visiteur nous permet de connaître ce qu'il apprécie et donc ce qui peut aider à résoudre les tensions rencontrées. Les expérimentations nous ont permis de faire une liste de ces tensions :

- le rythme du jeu vs le rythme de la médiation. Les témoignages relevés lors de PSM et l'observation des joueurs montrent que les missions associées à un objectif de médiation possèdent une durée plus longue que celles ne comportant qu'un objectif ludique. Ils révèlent également que les actions chronométrées possèdent un potentiel ludique plus important que les autres [Jutant et al., 2009],
- les activités ludiques vs les activités non ludiques. Ces tensions existent lorsque le joueur a le choix entre les deux types de mission. Par exemple, dans PSM, il devait choisir entre répondre aux quiz ou échanger des cartes. La seconde mission apportait plus de points et ne possédait aucun objectif de médiation. Son potentiel ludique était donc beaucoup plus grand que la première. Choisir de préférence la première entraînait un déséquilibre du jeu.
- la dualité joueur-non joueur, relevée par Michel Lavigne [Lavigne, 2016] et constatée dans CULTE. Elle existe lorsque l'aspect non ludique du jeu est trop prégnant par rapport à l'aspect ludique et positionne le joueur dans le rôle d'un apprenant (visiteur). Elle se caractérise alors par une perte d'immersion dans le jeu.
- le rythme de l'adaptation vs le rythme de la médiation. La principale question ici est de définir le moment où l'adaptation a lieu lors de la détection d'un déséquilibre. Faut-il privilégier le discours de médiation ou réagir immédiatement pour résoudre une tension ? Le projet ARTSENSE a mis en évidence qu'une médiation articulée autour de plusieurs points d'argumentaire s'accommodait difficilement avec une forte réactivité d'adaptation.

Certaines tensions peuvent être résolues dès la conception du jeu, comme la définition de la durée de chaque mission en fonction de sa nature ludique ou non ou la dualité joueur-non joueur. Toutes peuvent l'être aussi dynamiquement lors de l'exécution, à condition que le jeu

ait été conçu pour cela. Il doit alors permettre la construction dynamique d'un parcours reposant sur la détection du déséquilibre du aux tensions et leurs résolutions en cours de jeu.

En dehors des jeux d'émergence où l'équilibrage est autorégulé par le joueur lui-même, c'est le comportement du joueur qui a permis la détection d'un déséquilibre des dimensions ludiques et non ludiques des différentes applications de médiations conçues au cours de ces projets. Lors de la conception, des indicateurs ont été définis afin de constater l'existence des tensions à surveiller. Ces indicateurs étaient associés à des comportements spécifiques du joueur. La comparaison de ces indicateurs avec des seuils prédéfinis ou calculés signalait une tension. Par exemple, un chronomètre du jeu PUPN limitait le temps de réponse des joueurs à une durée prédéterminée. Dans ARtSENSE, ce sont les valeurs des capteurs (oculométrie, capteur biophysiques, micros) qui définissaient le niveau d'intérêt du visiteur pour une œuvre ou un contenu de médiation proposé. Il était ensuite comparé à des seuils déterminant si l'intérêt était fort ou pas. Pour ces projets, le système d'équilibrage s'appuyait donc sur l'interprétation que les concepteurs faisait du comportement du visiteur ou du joueur, même si celui-ci était validé par le joueur ou visiteur, en lui demandant un choix entre plusieurs propositions (ARtSENSE).

3.3 Un jeu réutilisable

Dans leur article, Hansen et al. listent un certain nombre de verrous à lever et proposent des solutions pour permettre la réutilisabilité des jeux en réalité alternée ou ARG [Hansen et al., 2013]. Les ARG sont des jeux pervasifs à forte dimension narrative. Ils ne diffèrent des jeux de médiation dans les musées que par la présence d'une narration. Mais les problèmes rencontrés pour celle-ci peuvent être transposés dans notre cas à la médiation. Les propositions faites par Hansen et al. sont donc applicables également aux jeux dans les musées. Les solutions proposées par les auteurs pour une réutilisabilité sont de deux types :

- jouabilité immédiate ou à long terme.
- transfert du jeu dans un autre environnement.

La jouabilité immédiate suppose que le joueur puisse rejouer au jeu sans modification de ce dernier par les concepteurs. La condition est que le jeu soit un jeu émergent ou qu'il possède

l'une au moins des caractéristiques suivantes :

- un contenu de médiation riche (ARtSENSE), une densité d'actions (PSM), éventuellement regroupées en parcours pré-définis pour différents profils (Cartel) et/ou reliés en réseau hautement maillés, permettant de ne pas tout parcourir lors de la première session,
- la modification dynamique d'éléments du jeu :
 - grâce à l'adaptation. Dans ce cas, les procédures d'adaptation sont identiques à celle de l'équilibrage : définition de nouvelles règles de jeu, comme dans le film "Inception"⁵¹, où tout l'univers d'un rêve était modifié en cours de rêve; par l'ajout de missions autonomes ou le paramétrage d'autres (gain, difficulté, indices par exemple). L'adaptation permet une rejouabilité si certains indicateurs du profil du joueur témoignent d'une connaissance du jeu. Ce peut être, par exemple, la rapidité de découverte des œuvres, de réussite des énigmes, qui peuvent traduire un manque d'hésitation pour réaliser une mission.
 - grâce à un éditeur intégré qui permet l'ajout ou le changement de certains éléments du jeu, comme les indices de Cartel, créés de façon participative par les visiteurs.

La rejouabilité à long terme suppose une extension du jeu. Plusieurs solutions existent :

- délocaliser le jeu dans un autre lieu,
- réaliser un nouveau volet transmédia,
- créer de nouveaux contenus.

Dans ce dernier cas, un éditeur permet de :

- créer des saisons ou des épisodes, c'est à dire conserver le même univers mais changer les missions ou la médiation à chaque fois. Par exemple, pour PSM, c'est conserver les mêmes règles mais changer les objets supports de la médiation. Le plaisir de développer ses propres stratégies existerait toujours mais la découverte de la médiation serait renouvelée.
- prévoir des histoires ou des médiations permettant d'ajouter d'autres contenus. Par exemple, dans PUPN, il serait possible d'ajouter une lignée technique à découvrir, dans

⁵¹ <https://fr.wikipedia.org/wiki/Inception>

Cartel, de nouveaux parcours,

- fournir de nouvelles missions sans modifier ou augmenter la médiation. Dans PUPN, il serait possible de créer d'autres actions autonomes, comme la joute, et de les utiliser pour renouveler les possibilités de missions du jeu.

Il est également possible d'étendre le jeu par l'introduction de nouvelles technologies d'interface avec le joueur et de localisation des gameplays. Le renouvellement du parc de terminaux d'interaction permet ainsi l'introduction d'autres contenus ou actions, comme nous avons pu le voir pour le projet PLUG. Cette solution dépend en partie de la politique de gestion du matériel qu'adopte le musée. Ainsi, si le terminal de jeu est fourni, le musée garde la maîtrise plus longtemps des rythmes d'évolution du parc. En revanche, si le terminal appartient au visiteur, le renouvellement du parc n'est pas maîtrisé, ce qui peut emmener à une évolution plus rapide aussi des logiciels et de l'architecture globale.

3.4 Une architecture souple et extensible

Deux types d'architectures sont apparues durant ces études : une architecture répartie pour PSM et une architecture centralisée pour PUPN, ARtSENSE, CULTE. L'une comme l'autre comporte des avantages et des inconvénients. L'architecture répartie est plus souple, plus robuste mais tributaire de la vivacité du système, c'est à dire des échanges existants entre les différents éléments gérant les variables du jeu. L'architecture centralisée est plus simple à mettre en œuvre. L'utilisation d'un intergiciel orienté composant, comme uGasp, en favorise la modularité et donc la maintenance, l'évolution et donc la pérennité. Son inconvénient est son éventuelle difficulté à passer à l'échelle d'un grand nombre de joueurs. Mais il est désormais possible de créer et gérer plusieurs instances de uGasp sur un même serveur. La limitation qui existait lors du projet PLUG a été repoussée, nous l'avons dit, grâce à l'utilisation du Cloud pour la partie serveur dans le cadre du projet PLAYONLINE⁵². Ce procédé permet de maintenir la qualité de service de la plateforme et la qualité de fonctionnement du moteur de jeu, du système d'adaptation et, dans notre cas, de recommandation.

3.5 Bilan

L'ensemble de ces solutions peuvent se regrouper en trois principes :

⁵² PLAY ONLINE project. 2011. Alterland pervasive game video. <http://www.youtube.com/watch?v=XTndb9LNbPU>. (French) Accessed April 16th 2013

- créer un univers englobant pour maintenir la cohérence et autoriser les extensions tout en conservant les mêmes canons au jeu,
- créer un contenu suffisamment riche et profond et des missions suffisamment nombreuses et variées pour permettre
 - une navigation thématique à l'intérieur,
 - des parcours multiples au sein d'un graphe complexe,
- dissocier le fond de la forme en utilisant des modèles de jeux, des missions génériques et des contenus aux mêmes caractéristiques, afin de faciliter :
 - l'extensibilité
 - l'ajout de missions autonomes.

Ces trois principes permettront d'obtenir des jeux de médiation réutilisables. Comme le suggère [Bellotti et al., 2009] et [Hansen et al., 2013], un éditeur paraît être un outil indispensable pour faciliter le renouvellement du jeu, car il pourrait guider les concepteurs dans la définition et le choix des missions génériques ou des contenus aux caractéristiques attendues. Toutefois, les jeux de médiation dans les musées étant des jeux pervasifs, l'extensibilité du champ de collection présenté suppose l'ajout de systèmes techniques pour localiser les contenus ou les actions, ou, tout au moins, la gestion d'événements et de données supplémentaires. L'architecture technique doit donc être en mesure d'évoluer afin d'augmenter sa capacité de traitement, en termes de nombre et type de systèmes d'interactions et de localisation, de contenus ainsi que de nombre et profil de joueurs.

3.6 Problématique de thèse

L'étude des différents dispositifs de médiation pervasifs au sein des musées proposés par ces cinq projets nous permet d'affirmer qu'un jeu pervasif de médiation et transmédia est une offre pertinente pour les musées. Ils proposent :

- d'amener les visiteurs à découvrir ou redécouvrir le musée d'une autre façon,
- d'intégrer les joueurs dans un jeu culturel qui prend pied dans la réalité,
- de guider éventuellement les participants dans des lieux moins connus, plus confidentiels, moins convenus,
- de vivre des expériences inédites grâce à la pervasivité et notamment, l'intrusion du virtuel

dans le réel,

- de faciliter la réutilisabilité du jeu grâce à l'aspect transmédia qui prolonge le jeu géographiquement et temporellement :
 - avec l'adaptation du jeu dans d'autres lieux
 - la création de volets transmédia dans d'autres espaces, y compris virtuels

mais également ludiquement avec la création d'autres narrations s'inscrivant dans le même univers.

L'adaptabilité permet de réduire le déséquilibre possible entre les aspects ludique et non ludique du jeu en réagissant dynamiquement aux écarts constatés entre l'expérience vécue par le visiteur ou le joueur et celle souhaitée par les concepteurs. Cet équilibrage peut être réalisé en modifiant le séquençage des missions. Cette proposition a été plusieurs fois étudiée, notamment par [Bellotti et al., 2009], [Koidl et al., 2010], [Gorgu et al., 2012] ou [Harchay et al., 2014]. Les problèmes à résoudre s'apparentent à ceux du storytelling et ont été abordés au cours du projet ARTSENSE [Damala et al., 2013], [Astic, 2014]. Le point difficile est de maintenir la cohérence du discours avec la modification dynamique de ses constituants. Une autre solution, éventuellement complémentaire [Koidl et al., 2010], est de modifier le contenu de ces missions [Bellotti et al., 2009], [Harchay et al., 2014]. C'est la voie choisie également par le projet PLUG et qui s'est traduite par la création :

- d'actions génériques, paramétrables, à apparier à des contenus répondant à des spécificités précises et variées,
- de classes de contenus regroupés selon ces spécificités,

afin de construire les missions à la volée et en augmenter le nombre et la diversité. C'est celle qui me paraît la plus appropriée pour un équilibrage dynamique d'un jeu sérieux dans un musée car elle permet:

- d'agir au plus près de l'expérience vécue par le joueur,
- de conserver les stratégies développées par les concepteurs pour organiser les séquences du jeu en un scénario cohérent d'un point de vue ludique et non ludique.

Cependant, la plupart des articles sur l'équilibrage des jeux sérieux ou des visites propose une adaptation sur les compétences du joueur ou de l'apprenant par rapport :

- à des types d'apprentissage ou de joueur [Bellotti et al., 2009], [Koidl et al., 2010], [Vayanou et al., 2014],
- à la difficulté et donc aux compétences du joueur [Bellotti et al., 2009], [Dorneles, 2015], [Hauge et al., 2016],
- à la thématique [Vayanou et al., 2014], [Gicquel, 2013],
- au profil démographique du joueur [Vayanou et al., 2014],
- à la localisation [Gorgu et al., 2012], [Dorneles, 2015].

Mais les sentiments et les émotions sont également des éléments importants de l'expérience de jeu. Cette importance est encore plus grande dans le cas d'un jeu pervasif où le joueur est acteur, où il vit réellement les scènes de jeu et non par l'intermédiaire d'un personnage virtuel et où l'action et l'environnement du joueur peuvent lui procurer de réelles sensations [England and Nacke, 2013], [Hauge et al., 2016]. Cette capacité à renouveler des expériences, à les moduler en agissant sur les actions ou l'environnement, est théorisée dans le cas des études de jeu pervasifs [England and Nacke, 2013], [Hauge et al., 2016] mais très rarement réalisée. Si elle l'est, c'est dans le cadre d'une adaptation statique, c'est à dire définie au préalable dans le scénario [Jonsson et al., 2006], [Davies, 2007] mais, à ma connaissance, pas dans le cadre d'une adaptation dynamique et encore moins dans celui de l'équilibrage de jeux pervasifs sérieux.

Il existe donc un pan important de possibilités d'adaptations qui semble ne pas avoir encore été réellement étudié dans le cadre de l'équilibrage dynamique des jeux sérieux pervasifs. Cette constatation amène à se poser la question, plus globale, des moyens existants pour réaliser l'équilibrage d'un jeu pervasif sérieux : est-il possible de déterminer les constituants de ces jeux sur lesquels les concepteurs peuvent s'appuyer pour équilibrer dynamiquement un jeu de visite pour un musée sans en modifier son séquençement ?

Cette thèse envisage de répondre à cette question en modélisant un jeu permettant de visiter

un musée. Il s'agira ici ainsi de comprendre quels sont les constituants qui permettent l'équilibrage et comment les articuler au sein du jeu. Nous nous placerons uniquement dans le cadre de jeu pervasif sérieux et, dans un premier temps, n'envisageons pas d'y associer le caractère transmédia.

Le premier chapitre de la seconde partie de cette thèse s'attachera donc à établir ce qu'est l'expérience vécue par un visiteur joueur dans un musée, afin d'en déduire un profil, indispensable pour réaliser l'équilibrage. Le second Chapitre sera consacré à la construction d'un modèle de jeu pervasif sérieux au sein d'un musée, tenant compte de ces résultats, pour déterminer sur quels ressorts du jeu et de la visite l'équilibrage peut être construit. Les conclusions de cette première partie en définissent le cahier des charges.

Partie 2 : Vers un jeu de visite équilibré

La qualité de l'expérience est l'indicateur de l'équilibre du jeu. Equilibrer un jeu signifie être capable:

- de détecter un déséquilibre de l'expérience de jeu, autrement dit comprendre comment se manifeste l'expérience pour pouvoir juger de sa qualité,
- et de modifier le jeu pour revenir à l'équilibre, c'est à dire pouvoir agir sur les sources de l'expérience et donc connaître ces dernières.

Ce sont ces deux points que nous allons étudier dans cette seconde partie.

La compréhension de l'expérience du visiteur et du joueur est donc au cœur de l'équilibrage. Mais quelle est-elle ? Dans le cadre des jeux sérieux, les chercheurs se sont beaucoup intéressés aux expériences de joueurs apprenants ou d'apprenants joueurs mais personne, à ma connaissance, ne s'est penché sur l'expérience d'un visiteur qui joue à un jeu de médiation au sein du musée. Pourtant, nous l'avons dit, cette expérience est différente d'un apprentissage ou d'un enseignement puisque la médiation au sein d'un musée est une activité informelle allant de la découverte des collections à une acquisition riche de connaissances. Qu'est alors une expérience de visiteur joueur ? C'est la question qui sera étudiée dans le premier chapitre de cette seconde partie.

La seconde s'intéresse au jeu proprement dit et à ses constituants. Le but est de comprendre quelles sont les éléments du jeu :

- susceptibles de modifier l'expérience ludique et non ludique du joueur
- qui pourraient être modifiés dynamiquement durant le jeu, sans modifier l'enchaînement des séquences de jeu préalablement définies par les concepteurs.

1 Définir l'expérience du visiteur-joueur

Jesse Schell dédie tout un chapitre à l'expérience [Schell, 2010] qu'il débute par cette constatation : "Le jeu n'est pas l'expérience [...]. Il permet juste de la créer". De fait, l'expérience du joueur est ce que le joueur "vit grâce" au jeu [Schell, 2010]. C'est l'ensemble des sensations et émotions éprouvées durant le jeu. Elles peuvent être très variées, de positives à négatives, sans cesser d'être satisfaisantes pour le joueur. Par exemple, PSM a bousculé les règles sociales alors en vigueur dans un musée en autorisant l'utilisation d'un téléphone portable qui y était encore mal vu [Jutant et al., 2009]. Cette autorisation exceptionnelle conférait un certain plaisir au joueur mais créait aussi une sensation de gêne vis à vis des conventions sociales d'alors. CULTE a testé le sentiment éprouvé par les visiteurs lorsque leur niveau de jeu les empêchait d'accéder à certains dialogues. Pour certains, cette frustration a provoqué un déplaisir, pour d'autres, un encouragement à continuer [Levillain, 2015]. Dans tous les cas, elle n'a pas abouti à l'abandon des joueurs, ni à donner une impression générale négative vis à vis de l'application. Ces deux cas montrent qu'il est possible de provoquer des expériences complexes, ambiguës chez les joueurs, susceptibles de provoquer des sentiments opposés chez les uns ou chez les autres, tout en maintenant une expérience globale positive. Mais ils ne disent rien de la conception de l'expérience de jeu, ni de celle de visite, ni des éléments qui permettent de créer des émotions et des sentiments différents.

Les chercheurs qui se sont intéressés à ce domaine ont travaillé selon deux méthodes. Les premiers, pragmatiques, ont cherché à comprendre ce qui satisfaisait les joueurs à partir de l'analyse de leur comportement, et en ont déduit des stéréotypes qui ont permis d'associer des actions, des esthétiques, en relation avec ces stéréotypes [Bartle, 1996], [Digman, 1990], [Yee, 2006], [Cowley and Charles, 2016], pour n'en citer que certains. D'autres se sont intéressés plutôt au concept d'expérience pour déterminer comment la mettre en œuvre [Csikszentmihalyi, 1990], [Emri and Mäyrä, 2005], [de Kort et al., 2008], [Marsch and Costello, 2012]. Il est intéressant de noter que ce travail accompli pour les jeux trouve son pendant dans le domaine des visites : [Veron et Levasseur, 1989] pour l'analyse du comportement du visiteur, et [Falk, 2012] [Schmitt, 2015] pour celle de l'expérience de visite.

C'est pourquoi ce chapitre se découpe en quatre parties :

- la première est consacrée au profil et à l'expérience du joueur,
- la seconde au profil et à l'expérience du visiteur,
- la troisième effectue la synthèse en définissant et formalisant l'expérience du visiteur-joueur
- la quatrième conclura.

1.1 La dimension ludique

Tel que nous l'avons défini, le jeu de médiation dans un musée est une occupation de loisir et d'apprentissage informel. Ce n'est pas un jeu sérieux. Il nous faut donc revenir aux notions d'expérience de jeu et de profil du joueur pour fournir un cadre moins restrictif à notre étude. De plus, le lieu où s'effectue le jeu n'est pas sans conséquence. La volonté de faire découvrir les œuvres ou l'architecture ou tout point d'intérêt pour l'institution implique la mobilité et la pervasivité de l'application. Il est donc important également de se pencher sur ce qu'est une expérience de jeu pervasive pour cerner l'expérience de jeu pour visiter un musée.

1.1.1 Le profil du joueur

Le profil du joueur est généralement défini pour mémoriser ce qui peut favoriser l'expérience de jeu. La création de profil de joueur repose sur deux partis pris différents. Le premier considère le joueur comme une personnalité avec des traits de caractères [Digman, 1990], [Lankveld et al., 2011], [Cowley and Charles, 2016] et recherche à associer des gameplays à ces traits de caractère. Ainsi [Yan, 2007] utilise la théorie du Five Factors Model [Digman, 1990] pour adapter les quêtes proposées dans un jeu adaptatif. Le second effectue le processus inverse en s'intéressant au comportement du joueur pour les regrouper en grands stéréotypes en fonction des choix opérés dans le jeu [Bartle, 1996], [Yee, 2016]. Ces stéréotypes permettent de construire des jeux adaptés à certains joueurs en privilégiant les gameplays qu'ils plébiscitent.

Le modèle du Five Factors est une proposition de J.M. Digman pour regrouper

différentes études menées depuis le milieu du 20ème siècle sur la représentation de l'individu par ses pairs et son utilisation possible pour en déduire sa personnalité [Digman, 1990]. La classification des mots associés aux représentations aboutit à des modèles de 3, 4 puis 5 grandes classes abstraites, qu'il appelle facteurs. Son travail semble se stabiliser sur un modèle à 5 facteurs qui décriraient un individu selon ses propensions à être "Extraverti", "Altruisme", "Consciencieux", «Névrosé" et enfin "Intellectuel/Ouvert". Ces facteurs constituent le modèle OCEAN (Ouvert, Consciencieux, Extraverti, Agréable, Névrosé). Les facteurs sont décrits par [Lankveld et al., 2011] et [Digman, 1990] :

- la dimension I "Extraverti" représente la propension de la personne à s'adapter socialement. Pour van Lankveld et al., la personne recherche l'excitation et des stimuli positifs, ce qui la conduit souvent à la recherche de la compagnie des autres et de situations excitantes à fort taux d'adrénaline [van Lankveld et al., 2011].
- La dimension II, l'"Altruisme" caractérise le rapport aux autres. Elle renvoie aux qualités d'altruisme bien sûr, mais également d'attention et aux façons d'être comme "être agréable". Les personnes de ce type possèdent une volonté, un goût pour coopérer et fraterniser. Les plus hauts scores sont vus comme empathiques. La Fraternité s'oppose à la jalousie des autres, l'égo-centrisme, l'hostilité par exemple.
- La troisième dimension, "Conscience", renvoie au sérieux, au caractère consciencieux de l'individu, qui peut être associé à une certaine volonté de concrétisation. Pour van Lankveld et al., la personne adhère à des règles sociales comme personnelles. Elle sait se restreindre à suivre un plan pendant les périodes de stress et de difficultés [van Lankveld et al., 2011].
- La dimension IV "Névrose" prend en compte la présence et les effets d'émotions négatives. Certains auteurs nomment cette dimension "Névroticism vs Emotional Stability". Van Lankveld et al., l'associe à des émotions négatives (peur, colère) [van Lankveld et al., 2011].
- Enfin, le cinquième facteur, "Intellectuel" concerne les qualités liées à l'intellect. Ce peut être la curiosité intellectuelle, le questionnement tout comme l'ouverture aux autres idées ou aux autres sensations. Le sujet montre un intérêt dans de nouvelles sensations. Les personnes ayant ce fort trait de caractère sont souvent curieuses avec une volonté de dévier des conventions sociales.

Ces 5 facteurs ne seraient pas dépendants de la culture ou de l'éducation des individus puisque, d'après Digman, des études équivalentes menées en Allemagne, au Japon ou aux Philippines ou en Israël montrent les mêmes caractéristiques, et ces caractéristiques se retrouvent dans les réponses à de nombreux questionnaires d'évaluation de personnalité dans de multiples domaines.

[van Lankveld et al., 2011] a souhaité vérifier que ce modèle pouvait être associé non seulement à une représentation d'un joueur mais aussi à son comportement dans le jeu. Ils ont proposé à une quarantaine de personnes de répondre à un questionnaire pour déterminer leur profil selon le Five Factor Model (FFM) puis de jouer à un jeu conçu pour enregistrer leur comportement. Les résultats montrent une corrélation, positive ou négative, entre les indicateurs du comportement du joueur définis dans ce jeu et ses traits de personnalités du modèle FFM.

[Cowley and Charles, 2016] définissent les profils du joueur à partir de la théorie psychologique dite du tempérament [Berens, 2006]. Elle comporte quatre caractères types qui se retrouvent en proportion variable chez chacun :

- le logistique, plus orienté vers l'organisation, la planification et le commerce. Il est précautionneux et méticuleux,
- le tactique, il improvise, réfléchit le moment. Il ne sait contrôler qu'un seul personnage. Il est impulsif et compétent,
- le stratégique, il résout, émet des hypothèses, sait contrôler plusieurs unités et réfléchit en amont. Il est logique et perfectionniste,
- et le diplomate, il harmonise, est imaginatif, apprécie la coopération. Il est empathique et moral.

Cowley et Charles ont choisi la théorie du tempérament car elle s'intéresse à la façon d'agir, de réagir et d'interagir du joueur, a déjà été utilisée pour qualifier des interactions et a influencé un travail sur les jeux [Bateman et al., 2011]. Leur idée est d'associer des patrons de conception de jeu à des traits de caractères de la théorie du tempérament. Afin de créer ce que

les auteurs appellent des "behavlets"⁵³, Cowley et Charles proposent d'opérer en 3 phases. La première consiste à analyser le jeu pour chercher des schémas d'actions et les associer à des patrons de conceptions définis par Bjork et Holopainen [Bjork and Holopainen, 2006]. La seconde consiste à faire la correspondance entre les tempéraments de la théorie et des comportements du joueur en s'intéressant aux actions réalisées par le joueur au sein du jeu. Enfin, la troisième phase consiste à mettre en relation ces actions et les patrons de conception.

Cet article propose une méthode de recherche de profil de joueur en fonction du comportement. Elle permet également de donner une assise théorique et psychologique au profil de comportement du joueur.

Ces recherches avaient pour ambition de concevoir et d'adapter des jeux en fonction de profils psychologiques ou de personnalités existants. D'autres se sont attachés à caractériser les joueurs, indépendamment de leur psychologie, en recherchant leurs motivations.

En recueillant des témoignages et en les regroupant selon des comportements semblables, Bartle a ainsi défini quatre grandes catégories de joueurs de MUD (Multi-User Dungeon)⁵⁴ qui, à leur tour, ont servi de modèles pour la conception de jeux [Bartle, 1996] :

- les Explorer (Explorateurs) sont des joueurs qui essaient de trouver tout ce qu'ils peuvent tirer du jeu, aussi bien d'un point de vue topographique que d'un point de vue des mécaniques de jeu,
- les Socializer (Socialisateurs) adoptent immédiatement les moyens de communications inclus dans le jeu et adaptent leur style de jeu de façon à pouvoir interagir avec les autres joueurs,
- les Killer (Tueurs) utilisent les outils à leur disposition dans le jeu pour faire du tort, voire tuer, (ou, dans de rares circonstances, pour aider) les autres joueurs,
- et les Achiever (Gagneur) se donnent leurs propres objectifs et se dépensent

⁵³ "a non-trivial informative feature describing observable behaviour in a game, which is related to the persona of the player based on established psychological theory " soit un élément d'information non triviale décrivant un comportement observable dans un jeu, en lien avec une représentation du joueur basé sur une théorie psychologique établie (traduction de l'auteur)

⁵⁴ La question posée par Bartle était "What do people want out of a MUD?" [Bartle, 1996]

énergiquement pour les atteindre. Cela veut souvent dire accumuler et disposer d'un large trésor et couper dans les rangs des hordes ennemies virtuelles.

Ces typologies définissent non seulement un comportement dans le jeu mais ont distribuées en fonction du rapport que les joueurs entretiennent avec les autres et avec le monde du jeu. Bartle a représenté ses profils selon le schéma de la Figure 33.

Des critiques sont apparues à propos de ce modèle. Selon certains, Bartle classerait les joueurs en 4 types et sous-entend que ceux-ci sont disjoints, alors que rien ne l'affirme. De plus, il ne s'appuierait pas sur des études scientifiques mais sur un sondage informel réalisé par lui-même auprès de joueurs et se limitant aux jeux de type MUD ou MMORPG ([Bateman et al., 2011], [Yee, 2006]).

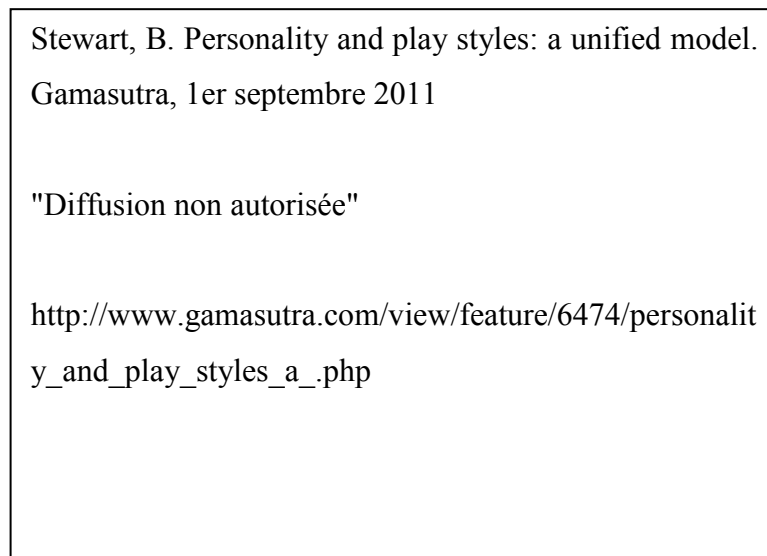


Figure 33 : Le modèle de joueur de MUD selon [Bartle, 1996]⁵⁵

C'est pourquoi, dans un premier travail, Yee reprend l'étude de Bartle. Il dénombre alors dix composantes de la motivation du joueur de MMORPG [Yee, 2006], puis trouve :

- qu'il existe une corrélation entre les Achiever et les Socializer,
- que les Achiever et les Killer sont tous les deux des compétiteurs,

⁵⁵ d'après http://www.gamasutra.com/view/feature/6474/personality_and_play_styles_a_.php

- que les Explorers ne souhaitent pas tous explorer l'ensemble du jeu, à savoir le monde virtuel et les mécaniques. Ils constitueraient deux groupes différents que Yee nomme "Discovery" pour ceux qui sont attirés par l'univers du jeu et "Mechanics" pour ceux qui s'intéressent davantage à ses mécaniques [Yee, 2006].
- qu'il existe une nouvelle catégorie que Yee appelle "Immersion" qui rassemblerait les personnes qui apprécient les jeux de rôle, la narration, la personnalisation mais également l'évasion caractérisée par la possibilité de se relaxer, d'échapper à la vie courante et à ses problèmes. Pour Yee, ce trait de caractère est différent de celui de la socialisation [Yee, 2006].

Dans une seconde étude, il analyse en profondeur de nombreux articles scientifiques et issus de l'industrie se rapportant aux motivations du joueur, à leur taxonomie, au modèle d'amusement, sans limitation de type de jeu [Yee, 2016]. Il construit alors un second modèle de motivation, validé auprès de plus de 200.000 personnes, comportant 6 composantes, chacune subdivisée en 2 composantes (cf Figure 34). Ces 6 motivations peuvent être regroupées à un niveau plus large en 3 groupes [Yee, 2016] :

- un groupe regroupant Action et Social,
- un second regroupant Maîtrise et Accomplissement
- un troisième comprenant l'Immersion et la Créativité.

Ce modèle est stable culturellement. Il existe une corrélation très forte entre l'Immersion/Créativité de son modèle avec l'Ouverture (O) du modèle OCEAN, une forte corrélation entre l'Extraversion (E) et Action/Social mais faible entre Conscience (C) et Maîtrise/Accomplissement. Yee explique ce dernier résultat par le fait que ce dernier groupe est sans doute celui qui reflète le plus des motivations typiques d'un jeu et que le modèle OCEAN est un modèle généraliste qui rend compte difficilement des contextes particuliers [Yee, 2016].



Action "Boom!"	Social "Let's Play Together"	Mastery "Let Me Think"	Achievement "I Want More"	Immersion "Once Upon a Time"	Creativity "What If?"
Destruction Guns. Explosives. Chaos. Mayhem.	Competition Duels. Matches. High on Ranking.	Challenge Practice. High Difficulty. Challenges.	Completion Get All Collectibles. Complete All Missions.	Fantasy Being someone else, somewhere else.	Design Expression. Customization.
Excitement Fast-Paced. Action. Surprises. Thrills.	Community Being on Team. Chatting. Interacting.	Strategy Thinking Ahead. Making Decisions.	Power Powerful Character. Powerful Equipment.	Story Elaborate plots. Interesting characters.	Discovery Explore. Tinker. Experiment.

Figure 34 : Modèle de motivation du joueur [Yee, 2016]

On peut citer également le travail de Bart Stewart qui a bâti un modèle les quatre objectifs suivants : "Do, Have, Know, Become"⁵⁶ [Stewart, 2011]. Cette étude étant analogue à celles déjà présentées, je ne m'y attarderai pas plus.

[Bateman et al., 2011] et [Nacke et al., 2011] constatent que ces différents travaux sont tous issus d'auto-évaluation du joueur, ce qui, selon eux, est un biais. C'est pourquoi, ils vont tenter de construire un modèle associé aux composants neurobiologiques émis lors des différentes expériences vécues [Nacke et al., 2011]. Le modèle BrainHex décrit les éléments neurobiologiques contribuant à l'expérience du joueur. Il est structuré en 7 branches, chacune associée à la production de molécules neuronales particulières :

- les Seeker (chercheur) aiment les moments d'émerveillement. Ils sont motivés par l'intérêt. Ils sont curieux à propos du jeu. La molécule mise en jeu est l'endomorphine.
- les Survivor (survivants) aiment éprouver l'horreur, les émotions de peurs fortes. Cette émotion est associée à l'épinéphrine (adrénaline).

⁵⁶ "Fait, Possède, Apprend, Devient" (traduction de l'auteur), http://www.gamasutra.com/db_area/images/feature/6474/chart.png

- les Daredevil (risque-tout) apprécient le risque et jouent à la limite du jeu. Ils jouent à se faire peur. Ils apprécient par exemple les jeux de course, les moments d'excitation. La molécule entrant en ligne de compte est également l'épinéphrine.
- les Mastermind (Cerveau) sont plus tournés vers la recherche de stratégies pour résoudre un problème. Ils aiment chercher des solutions les plus efficaces. C'est le centre de décision du cerveau qui est activé au plus proche du centre de plaisir.
- les Conqueror (conquérants) aiment le combat pour le combat, se battre contre l'adversité. Cette expérience serait due à l'épinéphrine et la norepinéphrine qui déclenche la colère et la combativité.
- les Socializer (socialisateurs) s'occupent des autres à qui ils font généralement confiance. C'est le centre de socialisation du cerveau qui est activé, source principale de l'ocytocine, qui est en lien avec la confiance.
- les Achiever (gagneurs) se donnent pour objectif d'achever ce qu'ils ont entrepris. Ils se distinguent en cela des Conqueror qui sont plus orientés vers la qualité du défi. Le sentiment éprouvé est associé à la dopamine.

Pour construire ces archétypes, originaux dans leurs mises en relation avec des molécules neuronales, les chercheurs ont étudié la littérature dans le domaine de la neurobiologie et des émotions. Ils se sont également intéressés aux profils de joueurs définis antérieurement, aux discussions concernant les schémas de jeu et les observations de joueurs.

Parallèlement à ces modèles abstraits, les concepteurs de jeux utilisent des modèles plus "pragmatiques", comme les qualifient Emmanuel Guardiola [Guardiola et al., 2014]. Basés sur des indicateurs concrets, élaborés à partir de variables du jeu modifiées durant le jeu, ils permettent de suivre la progression du joueur selon différents axes, tous utiles pour la définition d'interactions, d'actions ou de stratégies plus appropriées pour celui-ci. Il existe ainsi un modèle de la difficulté conçu à partir du taux de réussite du joueur [Levieux, 2011], de la compétence qui classe les joueurs selon leur habileté à détecter et résoudre les défis qui leur sont proposés, un modèle de l'apprenant qui mémorise les stratégies rencontrées et acquises par le joueur au cours du jeu, permettant ainsi d'établir une courbe d'apprentissage, et donc de progression, dans le jeu [Guardiola, 2014]. Guardiola définit un modèle des performances qui permet de situer un joueur par rapport aux autres joueurs [Guardiola, 2014].

Les valeurs comparées peuvent être juste un nombre de points, comme dans les jeux d'arcade, ou des ressources plus nombreuses et complexes comme les équipements, le nombre de vies gagnées, le nombre d'adversaires tués... pour les jeux les plus récents. Guardiola introduit dans ce modèle de performance deux critères : celui d'efficacité, qui mesure les ressources dépensées pour arriver au résultat, et celui d'effectivité, qui indique si le joueur a atteint son but [Guardiola, 2014].

Ces différents modèles sont liés au jeu lui-même. Ils se traduisent en indicateurs d'évolution de ressources, de niveau, de buts atteints, de temps mis à achever un niveau, tous éléments dépendant intrinsèquement du jeu. Ils sont utiles pour leur pragmatisme et la fourniture éventuelle d'indicateurs pertinents pour le suivi des joueurs.

En conclusion, les profils des joueurs sont indispensables pour connaître ce qui les motive et donc ce qui construit leur expérience. En l'absence de l'ensemble des données qui ont permis l'élaboration des profils décrits dans ce chapitre, il peut paraître hasardeux de faire un parallèle entre les différentes propositions. C'est en tout cas ce que semble nous indiquer le travail de [Yee, 2016] qui ne trouve aucune corrélation significative entre deux typologies de profil qui, sur le papier, présentent de nombreuses ressemblances. Toutefois, les descriptions résumées écrites par les auteurs, peuvent être regroupées autour de 3 thèmes : la Socialisation, l'Emotion et l'Intellect (cf Tableau 2). Les résultats de Yee apparaissent alors comme des constituants de base des profils motivationnels élaborés par les autres chercheurs.

La Socialisation regroupe tous les cas où le joueur recherche les contacts sociaux, que ce soit par la collaboration ou par les outils type réseaux sociaux fournis en ligne, dans un objectif de fraternité. C'est une typologie de joueur que nous retrouvons dans toutes les études, sans ambiguïté. Elle correspond aux "A" de [Digma, 1990], aux "Diplomates" de [Cowley and Charles, 2016], aux "Socializers" de [Bartle, 1996] et ceux de [Bateman et al., 2011] et [Nacke et al., 2011] et à la volonté de "Community" décrite par [Yee, 2016].

Concept commun			Five Factor [Digman, 1990]	Théorie du tempérament [Cowley and Charles, 2016]	Bartle [Bartle, 1996]	Brainhex [Nacke et al., 2011]	Yee [Yee, 2016]	
Socialisation			"A" = Altruisme	"Diplomate"	"Socializer"	"Socializer"	Community	
Emotion	Emotion forte (adrénaline)	En rapport avec la destruction	"N" = Névrotisme	"Tactique"	"Killer"	"Conqueror"	Destruction	Excitement Competition Challenge Power
		En rapport avec la découverte	"E" = Extraverti			"Survivor"		
		Emerveillement (endomorphine)				"Explorer"	"Daredevil"	
	Stratégie		Aller au delà du jeu, curiosité		"O" = Ouverture	"Stratégique"		
		Atteindre un but, respect des règles	"C" = Conscience	"Logistique"	"Achiever"	"Mastermind" "Achiever"	Completion Power	
							Fantasy	
							Story	
							Design	

Tableau 2: Comparaison des différents profils étudiés dans le chapitre

Les autres concepts sont plus complexes et interprétés de différentes manières selon les recherches.

J'associe le thème de l'Emotion à la recherche d'émotion forte ou non. Ainsi, si l'on reprend le travail du projet BrainHex, elle correspond à une montée :

- d'endomorphisme pour des émotions douces comme l'émerveillement des "Seekers" de [Nacke et al., 2011].
- d'adrénaline, pour les émotions fortes suite à :
 - des actions sur les éléments du jeu, de découverte, comme lorsque les "Explorers" de [Bartle, 1996] "agissent sur le monde" (cf Figure 33),
 - des interactions avec les autres joueurs avec un désir :
 - de destruction [Yee, 2016],
 - de faire du tort comme pour les "Killers" de [Bartle, 1996]
 - ou sous le coup de la colère pour les "Conqueror" [Nacke et al., 2011].

Parce que l'émotion est associée à l'impulsivité, le type "Tactique" de [Cowley and Charles, 2016] est en accord avec ce thème. La notion de Cowley et Charles ne spécifie pas s'il existe ou non de motivation négative aux actes de ces joueurs. C'est pourquoi il n'est pas possible de préciser davantage.

Par contre, les travaux de Digman, tout comme ceux de Bartle, nous l'avons vu, effectuent cette différenciation. Il est donc possible d'associer les "Extravertis" de Digman aux joueurs aimant éprouver les émotions fortes associées aux découvertes et le "Névrotisme" à des émotions fortes en rapport avec la destruction.

Ce sont ces deux notions de "Discovery" et de "Destruction" qui différencient également les types de joueurs chez [Yee, 2016]. S'y ajoutent "Excitement", "Compétition", "Challenge" et de "Power" car toutes ces motivations sont en lien avec des émotions.

[Nacke et al., 2011] différencient les joueurs de façon plus subtiles. Ils définissent les "Daredevil" comme des personnes cherchant de l'émotion dans leur interaction avec des éléments du jeu, sans désir de destruction, au contraire des "Conqueror". Ils proposent également une troisième catégorie, les "Survivor", intermédiaire entre les deux premières,

adeptes des émotions fortes dictées par la peur. Cette peur peut advenir lors de la découverte d'éléments dans le jeu mais elle peut également naître par crainte de la destruction de leur personnage.

Le thème Intellect regroupe des joueurs qui construisent des stratégies pour maîtriser le jeu. Il intègre la notion de "Strategy" définie par [Yee, 2016] mais également de "Challenge". Cependant, un joueur motivé par l'aspect "Intellect" du jeu peut posséder deux comportements différents :

- aller au delà des règles du jeu. Ce type de joueur est caractérisé par sa curiosité, la découverte. C'est ce que semble refléter le "O" de Ocean [Digman, 1990], le "Stratégique" de [Cowley et Charles, 2016], l'"Explorer" de Bartle qui s'intéresse également à autre chose que les règles du jeu, comme en découvrir les bugs [Bartle, 1996], ou le "Seeker" de [Nacke et al., 2011], pour sa curiosité à propos du jeu. C'est pourquoi il est associé plus spécifiquement à la notion de "Discovery" de Yee.
- demeurer dans les limites du jeu, qu'ils explorent consciencieusement. Leur but est d'achever les missions et le jeu. Ce sont des tendances que l'on retrouve dans le "C" de Ocean [Digman, 1990], dans l'"Achiever" de [Bartle, 1996], qui existent dans le "Mastermind" et l'"Achiever" de [Nacke et al., 2011]. Ce peut être également le "Logistique" de [Cowley et Charles, 2016] dans la mesure où la définition d'une logisitique implique d'avoir une certaine organisation pour atteindre au but donné.

Elles correspondent aux notions de "Completion" de Yee mais également de "Power" puisqu'il y est question de posséder des équipements ou des personnages puissants, ce que fait consciencieusement ce type de joueur.

Yee propose également trois thèmes qui ne sont par étudiés dans les autres travaux : Fantasy, Story et Design. Elles correspondent aux motivations du joueur par rapport à la narration ("Story") ou l'esthétique du jeu ("Fantasy" et "Design").

Ces résultats nous incitent à retenir les dimensions sociale, émotionnelle, intellectuelle, esthétique et narrative du jeu pour caractériser les joueurs. Elles synthétiseraient

ses différentes motivations. Cependant, la motivation n'est peut être pas l'unique source de l'expérience du joueur, c'est pourquoi nous allons maintenant nous intéresser à celle-ci.

1.1.2 L'expérience de jeu

Il existe de nombreuses études sur l'expérience de jeu mais la plus connue est celle de Mihaly Csikszentmihalyi sur le Flow. C'est pourquoi je débute ce chapitre par sa présentation, avant d'élargir à d'autres expériences et à leur processus de création.

1.1.2.1 Le Flow

Dans son livre "Flow, the psychology of optimal experience", Mihaly Csikszentmihalyi décrit une expérience particulière, vécue lors de la réalisation d'une activité quelconque, où la personne est emportée par cette activité et perd de vue la réalité [Csikszentmihalyi, 1990]. Il appelle cette expérience le "Flow". L'analyse de plusieurs centaines de témoignages, en lien avec diverses activités, lui a permis de recenser les conditions conduisant à cet état. Une personne vit cette sensation d'expérience optimale lorsqu'elle se trouve dans les situations suivantes :

- **l'activité doit comporter des défis qui nécessitent des qualités que possède la personne (challenge).**
- **l'action devient automatique et fait perdre la conscience de l'environnement.** C'est pour cette raison que Csikszentmihalyi appelle cette expérience le flow car l'attention est complètement portée par le flot de l'action. Pour atteindre cet automatisme, il faut que **les buts de l'action soient clairs et que celle-ci retourne des informations** permettant de suivre son évolution.
- **La personne est totalement concentrée sur son action.** Sa fenêtre de temps est réduite autour de l'action en cours : elle est incapable de se souvenir au delà des 30s précédant l'action et de se projeter au delà des 5mn suivant cette même action. De plus, les seules informations que son cerveau filtre sont celles en lien avec l'action. Toute autre préoccupation disparaît. Les conséquences sont **une perte de la conscience de soi et la transformation du temps.** Lors de la perte de conscience de soi, le pratiquant arrête de se poser des questions sur soi ou sur la façon dont il est perçu. Rien ne compte plus que l'action sur laquelle il est et qui est imposée par sa propre volonté uniquement, et non par quelqu'un d'autre. La personne vivant ce sentiment s'aperçoit qu'à l'issue de l'expérience, la conscience de soi se retrouve enrichie et augmentée. Durant l'activité, le temps paraît

raccourcir ou au contraire s'allonger ponctuellement : l'action semble alors durer plus longtemps car on la maîtrise totalement.

- **La perte de l'inquiétude de perdre le contrôle.** C'est à dire, être sûr de soi, avoir complètement confiance en soi. Ce que les gens apprécient le plus n'est pas la sensation d'être sûr de soi mais plutôt celle de tester cette sûreté dans différentes situations.

Csikszentmihalyi qualifie cette expérience d'autotelique, de auto pour self et telos pour but. L'activité possède son propre but, incluse en elle-même, c'est à dire qu'elle n'est pas faite pour une quelconque récompense externe mais c'est le fait de la réaliser qui est la récompense.

Dans son master d'Histoire de l'art, Jenona Chen analyse la théorie du Flow pour les jeux [Chen, 2006]. Le Flow y est défini comme la zone d'intérêt médiane du jeu, au delà de laquelle, le joueur vit un sentiment d'anxiété et en dessous de laquelle, il s'ennuie (cf Figure 35).

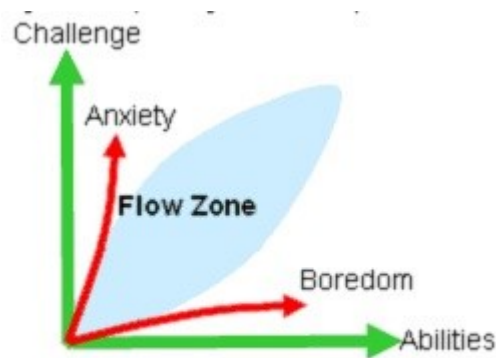


Figure 3 Player encounters psychic entropies

Figure 35 : Utilisation du Flow dans les jeux (extrait de la thèse de Jenova Chen, 2006)

Les conditions nécessaires à la création du Flow pour les jeux ont été étudiées par Sweetser et Wyeth [Sweetser and Wyeth, 2005], en s'appuyant sur les éléments mis en exergue en gras dans le paragraphe ci-dessus. Les auteurs définissent un modèle, le Game Flow Model (GFM) comprenant 7 éléments reprenant pour la plupart ceux définis par Csikszentmihalyi :

- la concentration : la personne doit pouvoir se concentrer sur la tâche qui lui a été proposée,

- le défi à la hauteur des compétences : l'activité doit proposer un ou plusieurs problèmes intéressants à résoudre et adaptés aux possibilités de la personne,
- le contrôle : la personne doit avoir l'impression de parfaitement contrôler ses actions et leurs effets,
- des buts clairs : elle doit connaître le but exact de ses actions, au moment opportun,
- des retours : les résultats de l'activité doivent être visibles et appropriés,
- l'immersion : la personne doit se sentir profondément impliquée dans l'action, enrôlée, sans effort, et oublier le temps et elle-même,
- et l'interaction sociale : l'activité doit fournir des occasions d'interactions sociales.

L'interaction sociale n'existe pas dans le Flow mais, d'après les auteurs, elle est un élément important de l'expérience ressentie par les joueurs. Pour chacun de ces points, leur article fournit un certain nombre de critères afin de vérifier dès la conception, ou lors de son analyse, que le jeu permet d'atteindre un état de Flow. Les auteurs les ont fait évaluer par des experts. Les résultats semblent montrer qu'ils constituent effectivement une bonne grille de lecture et de vérification de la présence potentielle de Flow dans le jeu.

1.1.2.2 Les autres expériences

Même si le Flow est une expérience intense et optimale, elle n'est cependant pas unique. Si l'on en croit les chercheurs du projet FUGA (Fun of Gaming)⁵⁷, l'expérience de jeu est caractérisée par 7 dimensions :

- l'immersion sensorielle et imaginative,
- le flow,
- la compétence,
- les sentiments positifs,
- les sentiments négatifs,
- la tension
- et le défi [IJsselsteijn et al., 2008].

Pour définir ces 7 composantes, ils se sont appuyés sur le travail de Csikszentmihalyi, de

⁵⁷ l'amusement du jeu (traduction de l'auteure)

Emri et Mäyrä et sur le résultat de leurs recherches.

Ainsi, les immersions sensorielle et imaginative sont des notions définies par Laura Emri et Frans Mäyrä [Emri and Mäyrä, 2005]. Pour ces auteurs, l'expérience est constituée des sensations, pensées, sentiments, actions et constructions de sens vécues par le joueur durant le jeu. Ce dernier utilise ses désirs, anticipations et expériences précédentes pour interpréter cette expérience. Mais celle-ci ne dépend pas que de lui, elle dépend également du contexte : une même activité peut être interprétée comme très plaisante dans un certain contexte et pas du tout attractive dans d'autres. L'immersion leur apparaît comme une composante clé de l'expérience et peut admettre différentes graduations. A partir d'interviews d'enfants et de leurs parents, Emri et Mäyrä en déduisent le modèle d'expérience SCI, pour Sensory, Challenge-based and Imaginative⁵⁸, (cf Figure 36) comprenant les trois constituants suivants :

- l'immersion sensorielle, une expérience en lien avec la vue et l'ouïe,
- l'immersion imaginative, dimension de l'expérience où chacun est absorbé par l'histoire et l'univers du jeu. Elle permet au joueur d'utiliser son imagination, de s'insérer dans un personnage du jeu ou de juste profiter de l'histoire,
- l'immersion basée sur les défis, est en relation avec l'interaction. Elle est réalisée lorsqu'il y a un équilibre entre les défis et les capacités du joueur. Elle est donc liée aux capacités motrices mais également mentales, c'est à dire logiques pour résoudre les énigmes mais également tactiques pour développer des stratégies. Elle correspond à la notion de challenge de Csikszentmihalyi.

Ces trois immersions sont aux sources de l'expérience, en relation avec d'autres, comme la motivation, les connaissances, les émotions, les aptitudes motrices du joueur, la création de sens et le contexte social [Emri and Mäyrä, 2005].

⁵⁸pour Sensorielle, basée sur les défis et Imaginative (traduction de l'auteur)

"Diffusion non autorisée"

https://www.researchgate.net/publication/291412244_Fundamental_components_of_the_gameplay_experience

Figure 36 : Modèle SCI [Ermi and Mäyrä, 2005]

Comme l'immersion basée sur les défis équivaut à une des composantes du Flow de Csikszentmihalyi, les chercheurs du projet FUGA, sépare ce dernier en deux composantes :

- le flow (avec un petit "f"), qui comprend le contrôle, la concentration et l'oubli de soi et du temps qui passe.
- la compétence, qui correspond au challenge de Csikszentmihalyi et donc à l'immersion par défi d'Emri et Mäyrä.

Les résultats de leurs recherches amènent les chercheurs du projet FUGA [Jsselsteijn et al., 2008] à :

- étendre la notion d'immersion sensorielle à tous les sens et non pas uniquement la vue et l'ouïe,
- conserver celle d'immersion imaginative
- et définir :
 - les sentiments positifs : sentiments de satisfaction (j'étais content), de plaisir (j'ai apprécié) et d'amusement (j'ai bien joué),

- les sentiments négatifs : sentiments d'ennui ou de tristesse,
- la tension qui exprime la frustration, la gêne ou l'irritation,
- le défi induit par la difficulté, la pression et le défi lui-même.

Ces auteurs se sont également intéressés à l'influence du contexte social (virtuel, distant ou local) et au sentiment global final sur le jeu [IJsselsteijn et al., 2008]. Rapportant plusieurs études, ils mettent en évidence l'importance des personnes entourant le joueur et l'accroissement des performances lorsque le joueur joue en société [de Kort et al., 2007]. Les raisons invoquées sont multiples : anticipation des réactions des autres, auto-évaluation entraînant une inhibition et rendant les choses plus faciles, excitation qui provoquerait une plus grande vigilance. Toute personne interagissant avec les joueurs les influence et impacte leur état émotionnel.

Testé auprès d'un échantillon de personnes, le questionnaire Game Experience Questionnaire (GEQ)⁵⁹ qu'ils en ont déduit, s'avère fiable [IJsselsteijn et al., 2008]. Les résultats de l'expérimentation montrent l'influence du profil du joueur sur l'expérience vécue. Ainsi les filles semblent vivre une expérience moins forte que les garçons, et les joueurs expérimentés sont plus sensibles que les joueurs occasionnels [Poels and al., 2007a]. Le type de jeu influence également l'expérience et plus précisément l'immersion et l'amusement : les puzzle et quiz sont moins intéressants de ce point de vue que les autres types de jeux. Les sentiments sont également plus positifs lorsque l'immersion a été importante et que l'équilibre entre les qualités du joueur et les défis a été atteint (compétence). Enfin, le contexte social est déterminant : les effets positifs et le sentiment de défi augmentent en fonction de la présence de personnes autour du joueur et de leur familiarité.

Les travaux de [Poels and al., 2007a] et [IJsselsteijn et al., 2008] mettent en évidence le rôle de l'immersion imaginative et sensorielle dans l'expérience de jeu définie. Ils affirment ici qu'un jeu vidéo n'est pas qu'une série de défis réalisés en compagnie de, ou en compétition avec, d'autres personnes, mais qu'il intègre également une histoire et une esthétique qui ont leur importance. Ils notent que certains jeux sont moins amusants que d'autres, comme les puzzles ou les quiz. Les auteurs incluent aussi dans l'expérience des émotions et sentiments qu'ils qualifient de positifs, mais aussi, et c'est nouveau, de négatifs, ou qui révèlent des malaises. Enfin, ils montrent l'importance du profil du joueur, notamment leur genre et leurs

⁵⁹ Questionnaire sur l'Expérience de jeu (traduction de l'auteure)

expériences de jeu antérieures.

Experience & Emotion in Serious Games		
Positive	Serious	
Fun	Thought-Provoking	Negative, Uncomfortable, Unpleasant, Provoking
	Positive-Negative	

Figure 37 : Expérience et émotion dans les jeux sérieux : entre expérience positive et sérieuse [Marsch and Costello, 2012]

Les sentiments négatifs peuvent être conçus quelquefois par certains jeux, dits sérieux, pour faire prendre conscience d'une idée. L'objectif est d'engendrer des sentiments de gêne, sans pour autant donner une mauvaise expérience. Par exemple, le jeu *Darfour is dying*⁶⁰ met le joueur dans le rôle d'un réfugié au Darfour qui tente de ramener de l'eau à son village en évitant les patrouilles militaires. Son âge et son genre déterminent ses chances de réussir. Ce jeu, comme l'ensemble de ceux de la plateforme *Game for Change*, a été conçu pour créer un impact social. L'expérience vécue y est déconcertante mais pas négative. Marsch et Costello étudient cette forme d'expérience précisément dans le cadre des jeux sérieux [Marsch and Costello, 2012]. Pour eux, la notion d'amusement⁶¹ est trop limitative. En s'intéressant aux expériences vécues avec d'autres médias comme les livres, le théâtre, le cinéma, et en analysant la littérature, ils élaborent la notion d'"expérience sérieuse". Pour eux, l'expérience du jeu se subdivise en une expérience positive et une expérience sérieuse (cf. Figure 37). La partie positive correspond à l'amusement mâtiné de plaisir. La partie sérieuse se décompose en deux classes. La première contient les expériences "amusantes sans être drôles"⁶². Ce sont les prises de conscience⁶³ ou les expériences positives-négatives, comme les sentiments plaisants de danger, de frustration. La seconde correspond aux expériences réellement

⁶⁰ <http://www.gamesforchange.org/play/darfur-is-dying/>

⁶¹ "fun", traduction de l'auteur

⁶² "entertainment without fun", traduction de l'auteur

⁶³ "Thought-provoking", traduction par l'auteur

négatives, tel l'inconfort, qui ne provoquent pas l'amusement.

Pour définir la notion d'expérience négative, ils s'inspirent des travaux de Poels, de Kort et Ijsselsteijn du projet FUGA [Poels and al., 2007b] et de Boorsting [Boorsting, 1990]. Ils regroupent les sentiments de *défi et tension* du projet FUGA au sein de la notion de *suspense* et y intègrent le désappointement, la colère, l'espoir, l'anxiété et l'excitation, issus du travail de Boorsting sur les 3V [Boorsting, 1990]:

- "Voyeuristic"⁶⁴ représentant la nouveauté et le merveilleux,
- "Viscéral" pour l'excitation, le suspens et le spectacle,
- "Vicarious"⁶⁵ pour l'empathie et le transfert d'émotion.

Des travaux de Marsch sur le formalisme de Boorsting sont intéressants car ils mettent en évidence la capacité du modèle des 3V à caractériser une grande disparité d'expériences et d'émotions, à la fois positives et sérieuses (peur, dégoût, nausée, tension, tristesse, colère, faiblesse, tension, couardise, sérieux).

Marsch et Costello conseillent d'alterner phases d'expériences positives et phases d'expériences sérieuses pour rythmer le jeu sérieux. Les phases d'expériences sérieuses auraient le double objectif de mettre en œuvre le but sérieux du jeu et de mettre en valeur les phases d'expérience positive. Les expériences sérieuses sont cependant à manier avec précautions, notamment les expériences strictement négatives, car elles ne sont pas vécues de façon similaire par tous les joueurs. Il peut être nécessaire, notamment, de s'appuyer sur une éthique qui interdirait certains jeux à certaines catégories de joueurs établies par âge par exemple, voire de créer de vraies séances de débriefing à l'issue de certains jeux.

Le travail de Marsch et Costello reprend et complète le travail du projet FUGA. Il met en évidence la présence incontournable d'une expérience autre que positive dans les jeux sérieux. Il analyse plus précisément celle-ci en la scindant en deux classes distinctes, l'une plus négative que l'autre, et montre le potentiel dans l'utilisation de ce type d'expérience. Il souligne la relativité de l'expérience en fonction des individus.

⁶⁴ "Voyeurisme", traduction par l'auteur

⁶⁵ "Autrui" traduction par l'auteur

1.1.2.3 Comment construire ces expériences ?

C'est la question que se sont posés Luis Lucas Pereira et Liciano Roque dans une série d'articles où, ils s'intéressent à l'expérience du jeu par le prisme de la participation, c'est à dire la façon dont le joueur "prend part aux activités de gameplays" [Pereira and Roque, 2012], [Pereira and Roque, 2013], [Pereira and Roque, 2014]. Le gameplay est ici l'ensemble des actions cognitives ou physiques proposées par le jeu. [Pereira and Roque, 2012] constatent que la notion d'expérience est primordiale dans la conception des jeux, car elle est le but ultime à atteindre pour le joueur. Toutefois, et paradoxalement, elle est mal définie et repose souvent sur des notions assez évasives et, en tous cas, difficilement utilisables telles quelles au moment de la conception du jeu. En partant de la notion de participation, ils souhaitent caractériser l'expérience de façon plus formelle et pratique, et créer des passerelles entre les possibilités d'actions que le contexte offre au joueur, et l'expérience vécue. Ils définissent les notions de :

- participation par l'ensemble des actions du joueur qui permettent de constater une évolution de son parcours tel qu'il avait été initialement prévu par les concepteurs,
- contexte comme l'ensemble des actions autorisées ou permises par le jeu.

Dans leur recherche, Pereira et Roque s'inspirent de la méthode GQM (Goal/Question/Metrics)⁶⁶ de Basili, Caldeira et Rombach (1994). Son principe est de déterminer les métriques à utiliser en fonction de l'objectif recherché. Pereira et Roque ont identifié ainsi trois phases d'analyses, deux au niveau de la conception et une au niveau de l'exécution par le joueur [Pereira and Roque, 2013] :

- La première est l'intention, c'est à dire ce que les concepteurs souhaitent faire vivre au joueur.
- La seconde est l'artefact : quelles actions et quels éléments du jeu sont utilisés pour faire vivre cette intention au joueur.
- La troisième est la participation elle-même. Elle inclut les métriques et les indicateurs qui permettent de jauger et de juger l'évolution de l'expérience du joueur. L'évaluation s'effectue donc en fonction du comportement du joueur dans le jeu.

⁶⁶ But/Question/Métriques (traduction de l'auteure)

Par ailleurs, ils définissent un modèle du comportement du joueur en s'appuyant sur différents articles, traitant de conception de jeu, comme de profils de joueurs ou d'expérience, et lus à travers le prisme de la notion de participation [Pereira and Roque, 2012]. Ce modèle repose sur 6 dimensions :

- l'émergence⁶⁷, définie par une participation non structurée au jeu. C'est la liberté laissée au joueur d'explorer et de construire ses stratégies ou sa progression à loisir, comme le joueur pourrait le faire avec un jouet,
- le défi⁶⁸, où la participation du joueur est orientée vers la réalisation de l'objectif fixé et les qualités, physiques et mentales, maîtrisées pour y parvenir. Elle est associée à l'immersion par le défi.
- l'incarnation, participation physique du joueur :
 - réelle, lorsqu'elle est vraiment intégrée dans le jeu,
 - ou virtuelle, lorsque c'est l'interprétation des mouvements qui permet l'évolution du jeu.

Les auteurs y incluent l'immersion sensorielle.

- la sociabilité, comme façon d'être à l'autre, qu'il soit présent localement ou à distance, qu'elle soit naturelle ou intégrée à un rôle,
- donner du sens à ses actions : il s'agit ici d'interpréter dans l'espace sémantique du jeu, à la fois les actions demandées et celles effectuées. L'immersion narrative est une part de cette dimension.
- enfin, la sensorialité, c'est à dire participer, s'engager dans le jeu avec l'ensemble de ses sens. Elle regroupe la plupart des aspects liés à l'esthétique du jeu. La différence avec l'incarnation est que cette dernière a trait à l'espace et au mouvement, tandis que la sensorialité est en lien avec le style et l'atmosphère.

En croisant la méthode GQM et leur modèle, Pereira et Roque proposent un tableau regroupant les différentes intentions selon les 6 dimensions et leur associant d'une part des actions et éléments de jeu, d'autre part des indicateurs possibles des participations du joueur

⁶⁷ "playfulness", traduction par l'auteur

⁶⁸ "challenge", traduction de l'auteur

[Pereira and Roque, 2014] (cf Tableau 3). Par exemple, ils associent à l'émergence (playfulness) les intentions du concepteur de faire explorer, découvrir, de recréer ou personnaliser. Les artefacts associés, c'est à dire les éléments du jeu qui permettraient de réaliser ces intentions, sont alors la nature des pouvoirs des joueurs, la variété des éléments interactifs du jeu. La participation effective du joueur aurait pour indicateurs le degré, la variété et les tendances d'exploration. Dans le cadre de la recherche de sens⁶⁹, les intentions seraient l'interprétation d'un rôle, l'histoire ou l'expression personnelle; des artefacts seraient le thème et les narrations sous-jacentes, les modèles et les représentations d'un phénomène, les rôles et les motivations, les actions significatives. La participation serait caractérisée par la cohérence entre les rôles et les actions, la compréhension ou la critique du phénomène représenté.

	Intention du concepteur	Artefact : élément du jeu permettant de réaliser les intentions	Participation : indicateurs
Emergence	Explorer, découvrir, recréer, personnaliser	La nature de l'impact du joueur sur sa progression, la variété des éléments interactifs du jeu (objets, personnages, actions, etc.)	Degré, variété et tendances à l'exploration
Défi	Résoudre un défi, créer des stratégies, défaire un adversaire, maîtriser ses compétences	La nature des défis proposés, le type des pénalités et des récompenses, l'intensité et l'organisation des défis	Contrôle, allure, progrès, efficacité dans la réalisation des tâches
Incarnation	Implication physique, performance physique	Représentation du monde physique du jeu, représentation du joueur dans l'univers du jeu, interprétation du mouvement du joueur	Contrôle et rythme des mouvements, esthétique du mouvement
Faire sens	Interprétation d'un rôle, fantaisie, expression personnelle	Thème et narrations sous-jacentes, modèles et représentations de phénomènes, rôle et motivations, actions significatives	Alignement des actions avec les rôles, compréhension et ou critique du phénomène représenté
Sensorialité	Contemplation, émerveillement	Style, nature des stimuli, composition visuelle et sonore, explorations synesthésiques	Degré d'exposition et réponse aux stimuli, interaction et engagement avec les sources
Sociabilité	Compétition, coopération, amitié, identification, reconnaissance	Diversité et nature des interactions et des relations sociales, modèles de structures sociales (équipe, hiérarchie, etc)	Intensité et types d'interaction entre les joueurs, liens d'affection

Tableau 3 : Tableau de conception d'une expérience de jeu, issu de [Pereira and Roque, 2012]

⁶⁹ "sensemaking" (traduction de l'auteur)

Cette série d'articles nous propose une définition concrète de l'expérience en 6 dimensions fondée essentiellement sur la notion de participation, c'est à dire l'étude du comportement du joueur et non plus l'analyse de questionnaires comme les travaux précédents. Elle postule que l'expérience vécue par le joueur peut être déduite de cette interprétation. Elle propose une méthode de conception et d'analyse des jeux basée sur 3 temps : l'intention/les artefacts/les métriques. Elle fait apparaître deux nouvelles expériences possibles :

- l'émergence qui implique une volonté d'exploration de la part du joueur. Elle n'existe pas dans le modèle de Csikszentmihalyi centré sur la réalisation d'une action,
- la sociabilité. Mais alors que le projet FUGA s'intéressait à l'influence du contexte social sur le joueur, Pereira et Roque recherche plus particulièrement l'influence des concepts de jeu intégrant une dimension sociale : compétition, compétitivité, camaraderie.

Van Vught, Scott et Marczak étudient plus particulièrement l'influence de la dimension esthétique du jeu, notamment celle des scènes à caractère violent, sur la création de l'expérience [van Vught et al., 2012]. Leur but est de montrer que la classification officielle associant la violence des jeux au nombre de scènes de violence qu'ils contiennent est inadaptée. Ils proposent à des joueurs d'un jeu réputé violent de tenir un journal dans lequel ils noteraient les moments les plus saillants pour chaque session de jeu. Ils constatent que les scènes de violence ne sont pas vécues comme telles par les joueurs. Elles sont le plus souvent vidées de leur sens par une mise en contexte dans le jeu et restent virtuelles pour le joueur.

Les auteurs modélisent l'expérience selon deux axes (cf Figure 38). Le premier comprend les notions :

- *d'interprétation*, qui consiste à donner une signification à ce qui est perçu,
- de *configuration* qui est à la fois la préparation de l'action suivante et la réalisation de cette action.

Le second, conçu à partir des travaux de [Lindley and Sennersten, 2006], évalue l'expérience en fonction de schémas, représentation mentale de ce que le joueur perçoit, qui lui sert de modèle d'analyse et de comparaison de ses perceptions.

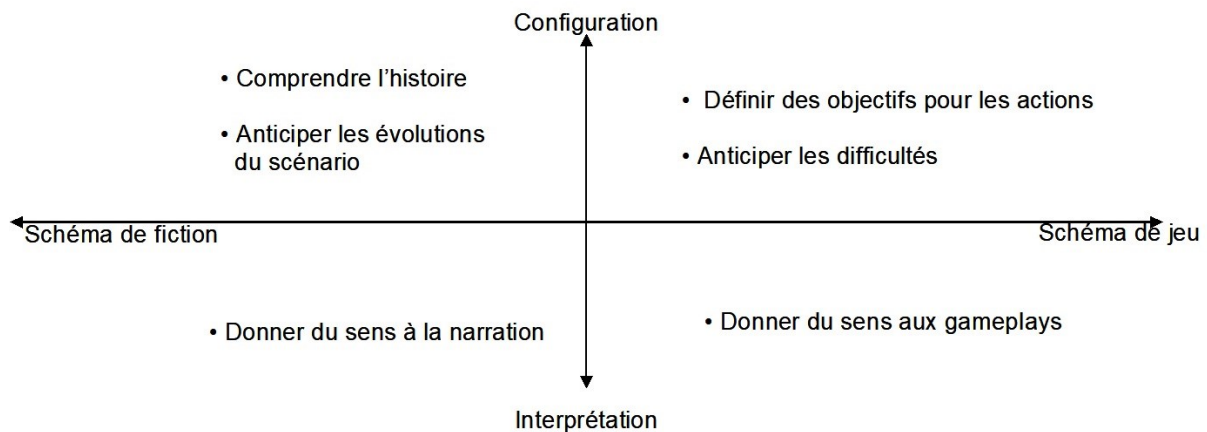


Figure 38 : Représentation de l'expérience du joueur selon [van Vught et al., 2012]

Les auteurs mettent en évidence deux types de schémas :

- le *schéma de jeu*. Il permet au joueur :
 - de donner du sens aux gameplays
 - et des objectifs à ses actions.

Il aide à comprendre les actions et à en préparer de nouvelles.

- le *schéma de fiction* qui contribue à la compréhension de la structure de l'histoire et du jeu pour expliquer les changements de thèmes ou de difficultés dans le jeu.

A l'aide de ces schémas, les joueurs peuvent ainsi anticiper sur les événements à venir.

Les résultats de l'expérimentation de [van Vught et al., 2012] montrent que les joueurs d'un jeu réputé violent sont principalement dans l'utilisation de *schéma de jeu* et la *configuration* plutôt que dans *l'interprétation*. Le jeu n'est donc pas vécu comme une fiction mais comme un moyen d'évaluer ses capacités et ses connaissances et d'en acquérir de nouvelles.

L'intérêt de cette étude est de montrer que chaque joueur interprète le jeu selon son expérience personnelle de jeux ou de fictions. Une scène est interprétée selon son contexte dans le jeu, mais également selon le vécu antérieur du joueur grâce aux schémas de jeux et de fictions mémorisés. Le joueur ne s'attache finalement pas tant que cela à l'esthétique du jeu mais plutôt à la signification de ses actions passées, en terme de compétences acquises dans ce jeu et dans des jeux antérieurs, et à la construction de celles à venir.

1.1.2.4 Conclusions

Ces différents articles parlent tous des origines de l'expérience mais pas de la même manière. Certains s'intéressent à ce que ressentent les joueurs, d'autres à la façon de mettre en œuvre l'expérience au moment de la conception ou comment elle se construit au sein du joueur. Ils construisent peu à peu une représentation des sources de l'expérience du joueur qui peut se synthétiser dans le tableau ci-dessous (cf Tableau 4).

Ils montrent que l'expérience vécue dans un jeu vidéo est complexe. Elle n'est pas générée uniquement par les sources du Flow que sont les actions du joueur et les compétences qu'ils possèdent, mais également par :

- la sociabilité au sein du jeu,
- l'esthétique, ou sensorialité pour [Pereira and Roque, 2012],
- le sens conféré au jeu, déduit de sa narration [Pereira and Roque, 2012] ou des actions qui y sont réalisées [van Vught et al., 2012].

Les travaux de Van Vught et al., précisent de plus que le sens conféré au jeu, l'Emergence et le Défi [Pereira and Roque, 2014], sont eux-mêmes issus des schémas de jeu et de narration que possède ce dernier.

L'Emergence est mise en évidence par Pereira et Roque. Contrairement aux autres sources de l'expérience qu'ils présentent, ils ne l'associent pas à des éléments déjà connus. Je pense pourtant qu'il existe une relation entre cette notion et les phénomènes de retours sur les actions et de buts définis. En effet, l'Emergence est définie comme la liberté du joueur à construire ses propres objectifs. Tous les jeux ne favorisent pas l'Emergence, mais lorsqu'elle existe, elle implique que les buts sont clairs, puisqu'ils sont définis par le joueur lui-même. Elle nécessite par ailleurs des "retours sur action" afin que le joueur sache s'il a effectivement atteint les buts qu'il s'est fixé. Inversement, lorsque les buts sont clairs et que les retours existent, alors le joueur peut s'appuyer sur ceux-ci pour analyser le jeu et construire sa stratégie. Pereira et Roque définissent également le concept d'Incarnation. D'après eux, elle comprend l'immersion sensorielle. De mon point de vue, elle inclut également le flow (avec un "f"). En effet, ce dernier suppose une implication physique du joueur, ce qui est une des caractéristiques de l'Incarnation.

Flow [Csikszentmihalyi, 1990]	Game Flow Model [Sweetser and Wyeth, 2005]	Projet FUGA [Ermi and Mäyrä, 2005] [de Kort et al., 2007] [Poels and al., 2007a] [Ijsselsteijn et al., 2008]	[Marsh and Costello, 2012]	Participation [Pereira and Roque, 2014]
Contrôle	Contrôle	flow	<i>Non étudiés</i>	Incarnation
Concentration	Concentration			
Oubli du temps, de soi	Immersion	Défi		
Challenge	Challenge	Emergence		
Retours sur les actions	Retours appropriés et visibles	Sociabilité		
Des buts clairs	Des buts clairs	Incarnation		
	Interaction sociale	Sensorialité (esthétisme)		
		Immersion sensorielle		Donner du sens
		Immersion imaginative		
		Sentiments positifs		
		Sentiments négatifs		
		Sentiments négatifs		
		Tristesse, ennui	Prise de conscience	
		Tension : frustration, gêne, irritation	Amusement-plaisir	
		Défi : difficulté, pression, défi	Sentiment négatif	
			Prise de conscience, Sentiment positif-négatif	

Tableau 4 : Synthèse des sources de l'expérience de jeu décrites dans ce chapitre

Ces articles montrent également que l'expérience n'est pas toujours synonyme de plaisir ou de joie mais peut être plus grave, sans être forcément négative. De fait, en faisant la liste des éléments constituant l'expérience de jeu, trouvés au gré de ces publications, il semble qu'il faille différencier des niveaux distincts d'expérience. Est-ce que dans un jeu vidéo, l'expérience positive peut exister seule ? N'est-elle pas plutôt la conséquence des différentes immersions, du caractère plus ou moins social du jeu, des interactions proposées ou de la capacité du joueur à identifier des schémas et donc à se sentir capable de réussir ce que le jeu lui demande ? Je pense que les dimensions positives et sérieuses qu'ont fait apparaître Marsh et Costello ou les chercheurs du projet FUGA sont la résultante de tout cela. C'est pourquoi, dans l'état actuel des connaissances acquises par ces articles, je hiérarchiserai les sentiments et émotions répertoriées par les différents auteurs en deux niveaux représentés de façon synthétique dans la Figure 39.

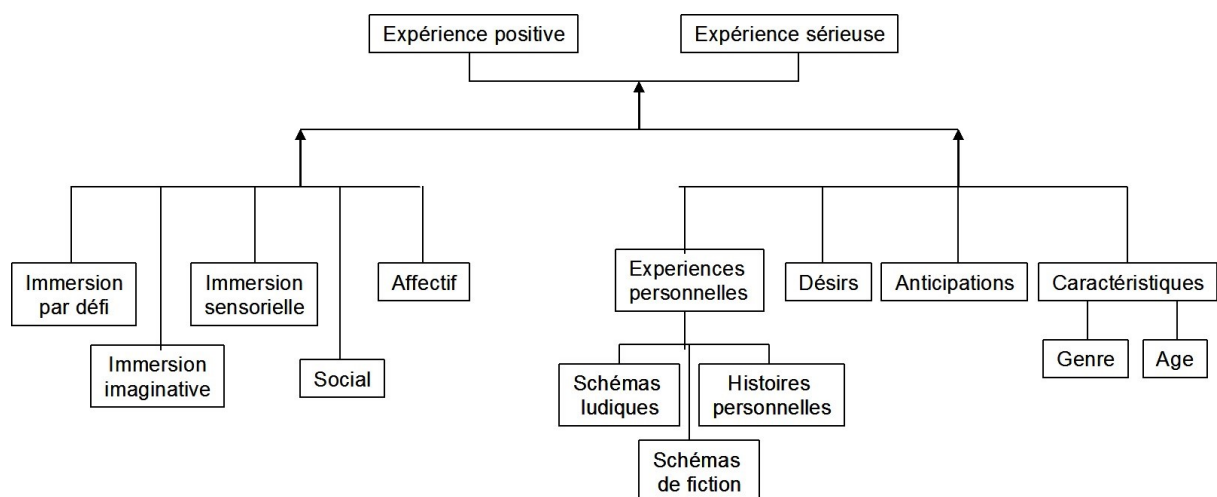


Figure 39 : Hiérarchisation des niveaux d'expériences

Le niveau le plus haut comprend les sentiments simples (joie, dégoût...) résultant de sentiments plus complexes comme les immersions, le caractère social du jeu et sa dimension affective. J'entends par "affectif", la qualité de ce "qui relève du sentiment, non de la raison, qui concerne les sentiments, les émotions, la sensibilité"⁷⁰.

Les immersions sont :

- l'immersion par le défi, autrement dit l'expérience optimale ou le Flow de

⁷⁰ Larousse en ligne : http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/affectif_affective/1420. [Consulté le: 29-mai-2017].

[Csikszentmihalyi, 1990]. C'est donc l'adéquation des qualités du joueur aux défis proposés par le jeu (notion de compétence chez [Ijsselsteijn et al., 2008], de challenge chez [Sweetser and Wyeth, 2005], de Défi chez [Pereira and Roque, 2014], d'immersion par le défi de [Ermi and Mäyrä, 2005]) mais aussi l'action définie uniquement et librement par le joueur lui-même (notion d'Emergence de [Pereira and Roque, 2014]) et l'implication physique de l'Incarnation [Pereira and Roque, 2014],

- l'immersion imaginative permise par la narration du jeu [Ermi and Mäyrä, 2005]. Le joueur s'y absorbe totalement. C'est cette histoire qui donne du sens au jeu, ou qui fait prendre conscience de faits aux joueurs [Pereira and Roque, 2014] [Marsch and Costello, 2012],
- l'immersion sensorielle qui sollicite les sens du joueur, y compris la kinesthésie [Ermi and Mäyrä, 2005] [Ijsselsteijn et al., 2008]. Elle correspond à la sensorialité de [Pereira and Roque, 2014].

La dimension sociale est citée par [Pereira and Roque, 2014], [de Kort et al., 2007] et [Sweetser and Wyeth, 2005]. Elle peut être réelle, c'est à dire en présence, ou virtuelle. Mais là où Pereira et Roque, et, Sweetser et Wyeth, considèrent la dimension exogène du caractère social, c'est à dire, la façon d'être à l'autre, de Kort et al. s'intéressent à la dimension endogène, c'est à dire aux concepts du jeu permettant les interactions sociales, comme la compétition ou la collaboration.

La dimension affective contient les tensions et défis de [Ijsselsteijn et al., 2008], et donc le suspense de [Marsch and Costello, 2012], mais également les sentiments positifs-négatifs qu'ils ont répertoriés.

Ces 5 composantes sont prises en compte par les concepteurs de jeu pour imaginer les expériences positives ou négatives qu'ils souhaitent faire vivre au joueur [Marsch and Costello, 2012], [Poels and al., 2007a]. Mais ces expériences n'existeront et ne posséderont leur caractéristiques positives ou sérieuses qu'après l'interprétation qu'en feront les joueurs en fonction de leurs :

- motivations (ou anticipations),
- désirs,
- expériences passées et leurs histoires personnelles [Ermi and Mäyrä, 2005] qui se

traduisent par la construction de schémas de jeu et de fictions [van Vught et al., 2012].

- caractéristiques (genre [Poels and al., 2007a] ou âge [Marsch and Costello, 2012]).

Ces études nous montrent toutefois qu'il existe également des constantes d'influences : certains types de jeu, apparaissent moins immersifs et moins amusants que d'autres [Poels and al., 2007a].

1.1.3 L'expérience des jeux mobiles et pervasifs

L'expérience des joueurs en situation de mobilité a été étudiée par Engl et Nacke [Engl, Nacke, 2013]. Ils ont demandé à deux groupes de joueurs, l'un en mobilité, l'autre à la maison, de jouer au même jeu. Les résultats montrent que le jeu est influencé par le contexte du joueur. Ils appellent contexte "any or all information that characterize the situation of a certain entity, which could be a person, place, or object relevant for user-product interaction"⁷¹. Le contexte peut être :

- spatial : c'est non seulement l'endroit où joue le joueur, mais également les conditions qui y sont associées : le climat, la lumière, le confort. Le joueur s'attachera par exemple à s'isoler du tumulte lorsqu'il souhaite se concentrer sur le jeu.
- temporel : c'est le temps disponible pour jouer, par exemple, les moments d'attente sont des moments privilégiés pour cette activité, mais également le moment de la journée et la signification qu'il possède pour le joueur.
- social : c'est l'ensemble des personnes qui peuvent influencer le joueur durant sa session. Il inclut celles que croisent les joueurs, connues ou non, importantes pour le jeu ou pas. Ils peuvent être aussi les membres de son équipe ou des équipes rivales, par exemple.
- culturel : ce sont les règles implicites et subjectives liées à notre éducation et à la vie en société.

Tout comme [van Vught et al., 2012], les auteurs constatent que l'expérience de jeu dépend des expériences de jeu passées des joueurs. Ils en déduisent un nouveau modèle d'expérience de jeu, le « Contextual Gameplay Experience Model », reposant sur trois niveaux : celui du jeu, du joueur et du contexte (cf Figure 40). Ce n'est pas l'expérience du joueur, ni celle pensée par les concepteurs du jeu qui y est décrite mais leur imbrication avec le contexte du

71 "une ou toutes les informations qui caractérisent la situation d'une certaine entité, qui peut être une personne, une place, ou un objet pertinent pour l'interaction entre l'utilisateur et le produit", traduction de l'auteur

joueur, au moment où le jeu se joue.

Pour les auteurs, l'expérience du jeu est ainsi liée :

- à des composantes internes au joueur : ses caractéristiques (âge, genre...)
- mais aussi à ses influences internes (motivation, expériences antérieures).

Elle inclut également des composantes externes qui sont :

- la "playability", dont la traduction habituelle et qui me semble plus adaptée est "jouabilité". Elle repose sur les principes inhérents au jeu (mécaniques, narrations, esthétiques) et la technologie (mobiles, architecture technique du jeu),
- le contexte.

"Diffusion non autorisée"

<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S18759521120000>

92

Figure 40 : Modèle de l'expérience de jeu contextuelle [Engl and Nacke, 2013]

Les relations entre le joueur et les deux systèmes d'influence sont de natures différentes. Le rapport entre le joueur et le jeu est un rapport au concret. C'est pourquoi les auteurs parlent d'interaction entre ces deux composantes, par opposition à l'interprétation qui régit les relations entre le joueur et les influences extérieures, qui appartiennent au domaine de l'abstrait. D'où l'importance du facteur psychologique et émotionnel du joueur dans la prise en compte de ce dernier élément.

Engl et Nacke insistent sur le fait que ce n'est pas le contexte lui-même qui influence mais son interprétation, c'est à dire la signification qu'en donne le joueur. Cette interprétation s'appuie sur les expériences spatiales, temporelles, culturelles et sociales vécues précédemment par le joueur, sur des facteurs psychologiques et émotionnels et non plus uniquement sur ses expériences de jeu ou sociales. Ils mettent ainsi en évidence l'importance du profil de la personne et non uniquement du joueur.

Les dimensions spatiale, temporelle et sociale du jeu constituent le Cercle Magique, cadre d'analyse des jeux pervasifs pour les membres du projet iPerG [Montola et al, 2010]. Selon eux, les jeux pervasifs étendent ces trois dimensions, détruisant ce cadre protecteur du jeu traditionnel [Montola et al., 2010]. Cette transgression crée de nouvelles émotions comme l'acceptabilité sociale, l'illusion d'un monde plus vaste et renouvellent les sentiments d'immersion déjà évoqués pour les jeux classiques.

L'acceptabilité sociale correspond à la capacité d'un jeu et d'un joueur à s'intégrer socialement dans son environnement. Elle dépend donc du public, de la façon dont il regarde et accepte le joueur mais elle dépend également du joueur lui-même et de la façon dont il vit son statut de joueur au sein d'un espace socialement et culturellement policé [Peitz et al., 2007]. Dans un jeu pervasif, le joueur évolue directement parmi un public potentiellement non joueur et non prévenu. Or, le contexte social n'est jamais neutre. De simples passants peuvent posséder un fort pouvoir de suggestion et émouvoir les joueurs, à cause d'une coïncidence par exemple [Walther, 2005a]. [Montola et al., 2010] raconte que, au cours d'un jeu, la rencontre d'un

garde juste au moment où les joueurs devaient les éviter, en a déstabilisé certains. Toute personne rencontrée est en fait source de questionnement car les joueurs ne sont jamais sûrs qu'elle participe au jeu. Cette interrogation incessante serait une des plus grandes causes d'amusement dans un jeu pervasif [Montola et al., 2010]. Généralement, les joueurs repèrent des signes particuliers ou un comportement qui leur permettent de s'identifier. Dans *PSM*, par exemple, l'utilisation d'un portable pour lire les bornes ou échanger des informations entre joueurs était un signe de reconnaissance. Ces signes renforcent le sentiment d'appartenance qui est l'un des constituants de la dimension sociale de l'expérience du joueur. Mais ils n'existent pas toujours ou certains jeux jouent avec. Dans *Cruel To Be Kind*, jeu conçu par Jane McGonigal et Ian Bogost, des joueurs doivent assassiner d'autres joueurs en les embrassant. Assassins et victimes connaissent la règle du jeu mais les assassins ne connaissent pas leurs victimes. Ils doivent donc interagir avec tous les passants qu'ils rencontrent sous peine de devenir eux-mêmes des victimes [McGonigal, 2011]. Ce sentiment d'appartenance recrée un cadre dans lequel le joueur se sent de nouveau protégé. Car l'acceptation sociale renouvelle le rapport du joueur aux autres. Un jeu pervasif étend l'espace et la temporalité du jeu. Il se transporte en tout lieu, dont certains avec des règles sociales fortes (peut-on jouer dans une église ?). Il se réveille à tout moment (peut-on jouer au travail, lors d'un enterrement ?). Comment les personnes qui entourent le joueur vont accepter son rôle de joueur ? Comment le joueur se comportera-t-il dans des conditions de fortes tensions avec les règles sociales ? Toutes ces frictions, ces interrogations constituent des expériences pour le joueur. Pour certains elles sont mal vécues. Ainsi, des joueurs de *The Songs of North*, furent contrariés par l'intrusion inopinée d'incantations lors de rendez-vous professionnels [Landoski et al., 2004], d'autres furent gênés par le regard que des personnes non joueuses pouvaient porter sur leur comportement "étrange" [Tiensyrjä, 2010]. Marcus Montola l'explique par la théorie de Goffman [Goffman, 1961] : des cadres sociaux s'appliquent à toutes les situations que nous traversons et agir en dehors de ces cadres donne un sentiment de gêne même si pour certains, les transgresser peut également provoquer un certain plaisir [Montola, 2011]. Ce sentiment de gêne est d'autant moins important qu'il y a du monde à posséder un même comportement a-culturel. [Ermi, Mäyrä, 2011], [McGonigal, 2011]. Tout se passe comme si ce groupe auto-constitué recréait un cadre pour remplacer le Cercle Magique. Les tensions apparues lors de sa disparition sont plus ou moins acceptées selon les personnes, et compensées en créant leur propre zone de jeu [Montola, 2011].

Le jeu pervasif autorise l'imagination du joueur à étendre cette zone de jeu au delà de ce qui est immédiatement visible. Les technologies pervasives telles que le QRcode (Quick Response Code), les RFID ou la réalité augmentée permettent la dispersion des lieux d'action et la fragmentation des éléments de contenus sur différents supports. Elles donnent l'impression au joueur que le monde du jeu est tout autour de lui et qu'il n'en voit qu'une petite parcelle. D'où une "illusion d'un monde plus vaste" [Montola, 2011]. La découverte de ce nouvel univers, la recherche de ses limites font partie du plaisir éprouvé lors des jeux pervasifs. Elle crée une nouvelle expérience particulière qui s'intègre aux notions d'immersion imaginative et sensorielle définies par [Ermi and Mäyrä, 2005]. En effet, le sentiment d'immersion sensorielle est augmenté par toutes les sensations provoquées par l'environnement physique dans lequel évolue le joueur [Waern et al, 2009]. Certains jeux utilisent le potentiel du lieu à évoquer des souvenirs particuliers, comme le jeu *Rexplorer* [Walz and Ballagas, 2007], ou des sensations de "déjà vu" (jeu *Journey to the end of the night* [Davies, 2007]). Le jeu *Prosopopeia* utilise l'atmosphère de déshérence d'une ancienne usine pour créer un sentiment d'insécurité [Walther, 2005a]. Tous ces sentiments constituent ce que Davies appelle la "psychogéographie" [Davies, 2007]. Les concepteurs peuvent également jouer avec ces sensations particulières : dans *Journey to the end of the night*, ils provoquaient un sentiment d'urgence ou d'inquiétude en faisant revenir les joueurs dans un lieu après son saccage par les concepteurs [Davis, 2007]. La réalité augmentée, qu'elle soit visuelle, auditive, tactile, olfactive et bientôt sans doute, gustative, est un autre moyen de provoquer cette sensation d'immersion sensorielle. En renforçant les liens entre le monde du jeu et le monde réel, elle rend plus crédible le monde du jeu. Elle favorise en quelque sorte aussi l'immersion imaginative. Cependant, elle n'est pas suffisante. Comme le soulignent Waern, Montola et Stenros, « pour créer de l'immersion, il faut que l'environnement soit crédible mais aussi que les actions soient authentiques et que les joueurs y aient un vrai rôle », que l'histoire que vit le joueur soit cohérente [Waern et al., 2009].

Dans le jeu *Uncle Roy is around you*, le rythme du jeu créait une immersion par le défi. Les premières actions, simples au début, s'accéléraient ensuite et devenaient de plus en plus difficiles. Cette immersion a été étudiée pour les jeux pervasifs par Kalle Jegers [Jegers, 2007a], [Jegers, 2007b], [Jegers, 2009a], [Jegers, 2009b] qui souhaitait valider les travaux de Sweetser et Wyeth [Sweetser and Wyeth, 2005] pour ce type de jeux. Il a constaté que certaines caractéristiques d'évaluation du Flow n'existaient plus [Jegers, 2007b], [Jegers,

2009a]. La concentration ou l'immersion, c'est à dire la perte de la notion du temps et de la préoccupation de soi, n'étaient plus aussi marquées. En effet, le joueur doit rester attentif à son environnement réel pour tenir compte d'une part des événements qui pourraient subvenir et éviter de se mettre en danger, d'autre part, pour ne pas enfreindre les règles sociales associées à certains lieux et qu'une immersion trop importante dans une fiction pourrait le faire transgresser. La sensation de contrôle que le joueur pouvait exercer en quittant ou entrant dans le jeu à volonté disparaît aussi. Le jeu peut continuer à progresser alors même que le joueur n'est plus dans le jeu. D'après Jegers, ce contrôle doit être remplacé par la facilité à intégrer ou à quitter le jeu en cours de session.

Le modèle de Flow de jeu pervasif (Pervasive Game Flow Model, PGFM) de Jegers détermine les caractéristiques qu'un jeu pervasif doit posséder pour favoriser l'expérience du Flow chez ses joueurs [Jegers, 2007a], [Jegers, 2009a]. Il donne ainsi les critères d'évaluation de cette expérience. [Jegers, 2009b], [Bleumers et al., 2010] présentent deux expérimentations de validation du PGFM, dont celle de [Bleumers et al., 2010] dans un jeu ne comportant aucune technologie de communication. Ce jeu, *Magic Spell*, est un ARG (Alternative Reality Game), où plusieurs équipes évoluent dans un monde entièrement reconstitué avec des acteurs en costumes. Chacune possède une mission principale qui l'emmène de défis en défis, et une mission secondaire qui est soit la sauvegarde de son drapeau, soit le vol du drapeau d'une autre équipe. Cette étude montre que le modèle PGFM peut être amendé de façon à y intégrer des jeux comme *Magic Spell* mais également que ces jeux stimulent une coopération interne à chaque équipe qui est fort appréciée des joueurs. Elle confirme donc également que la dimension sociale des jeux pervasifs est importante.

Ces travaux sur les jeux mobiles et pervasifs permettent de généraliser ceux vus précédemment. Il est possible de regrouper les différentes expériences mises à jour en deux catégories :

- des composantes externes, c'est à dire, tout ce qui peut influencer le joueur mais qui lui est extérieur. Elles comprennent :
 - le jeu lui-même [Engl and Nacke, 2013] [Pereire and Roque, 2014]. Le jeu est lui-

même divisé en deux éléments : les principes ludiques et la technologie, dont le terminal de jeu [van Vught et al., 2012] [Engl and Nacke, 2013].

- le contexte [Engl and Nacke, 2013].
- des composantes internes, c'est à dire tout ce qui concerne le joueur lui-même :
 - ses caractéristiques que nous avons vues précédemment,
 - mais également ses influences internes comme ses histoires personnelles ou les schémas ludiques et narratifs vus dans la Figure 39. Les jeux pervasifs ouvrent de nombreuses possibilités de création de ces schémas, enrichissant le répertoire de références du joueur.

Les jeux pervasifs enracinent le principe du jeu au sein du monde réel et étendent ainsi la notion de contexte social de la Figure 39, aux dimensions spatiales, temporelles et culturelles [Engl et Nacke, 2013]. Il en découle un plus grand nombre de possibilités d'interactions avec le jeu mais également avec l'environnement réel du joueur. Les conséquences sont :

- de nouvelles causes possibles aux immersions imaginative et sensorielle au sein du jeu. Elles sont augmentées par des sentiments nouveaux comme l'illusion d'un monde plus vaste, la psychogéographie [Davies, 2007] ou l'acceptation temporelle [Landoski et al., 2004].
- la diminution de l'imagination par le défi, ou immersion du Flow, car, pour des raisons de sécurité, le joueur doit rester perméable aux événements extérieurs et donc être moins immergé dans le jeu qu'il ne le serait pour un jeu vidéo. [Jegers, 2007b] [Jegers, 2009a].
- l'enrichissement de l'expérience à caractère social qui caractérise ce type de jeu. Alors qu'auparavant, le joueur n'interagissait majoritairement que virtuellement, via son clavier et son écran, avec d'autres joueurs, consentants comme lui, le joueur de jeu pervasif doit s'intégrer à un contexte social réel, non préparé, non protégé. Ce nouveau cadre développe de nouvelles sensations
 - positives, comme le sentiment d'appartenance [Gentès et al., 2009],
 - positives-négatives, voire négatives quelquefois, comme le plaisir d'une transgression réelle et non pas virtuelle [Montola, 2011] ou la gêne d'embrasser un inconnu [McGonigal, 2011].

Il faut toutefois bien faire la différence entre les éléments de contexte et les mécaniques de

jeu. En effet, un personnage rencontré par le joueur mais présent à la demande du jeu ne sera pas, du point de vue du concepteur, un élément de contexte mais réellement une mécanique du jeu, susceptible de provoquer un sentiment particulier, de faire vivre une expérience précise au joueur. Les éléments de contexte seront donc vu comme des éléments spatiaux, sociaux, temporels ou culturels fortuits et donc indépendants de toute mécanique du jeu, c'est à dire de toute intention des concepteurs. Ces éléments peuvent cependant avoir une forte influence sur les joueurs et donc, participent à l'expérience de jeu de celui-ci.

1.1.4 Conclusions

Ce qui m'était apparu comme des sources de l'expérience, à savoir :

- les différents types d'immersion,
- la dimension sociale,
- la dimension affective (cf Figure 39)

sont en fait de réelles composantes de l'expérience. C'est la confrontation des composants internes des visiteurs-joueurs aux composants externes (jouabilité, contexte) qui crée l'expérience [Engl et Nacke, 2013]. Celle-ci ne figure donc plus au même niveau que les composantes internes du joueur dans la nouvelle figure (cf Figure 41), mais au dessus d'elles, comme conséquence de leur présence. Toutes ces composantes peuvent posséder une dimension positive et une dimension sérieuse au sens de Marsh et Costello [Marsch and Costello, 2012]. Cependant, il existe toujours une expérience globale qui constitue la synthèse des expériences vécues. Le joueur, à la fin de son activité, est capable de juger de la qualité de l'expérience, positive ou négative, qu'il a vécu. Elle détermine sa satisfaction ou son insatisfaction.

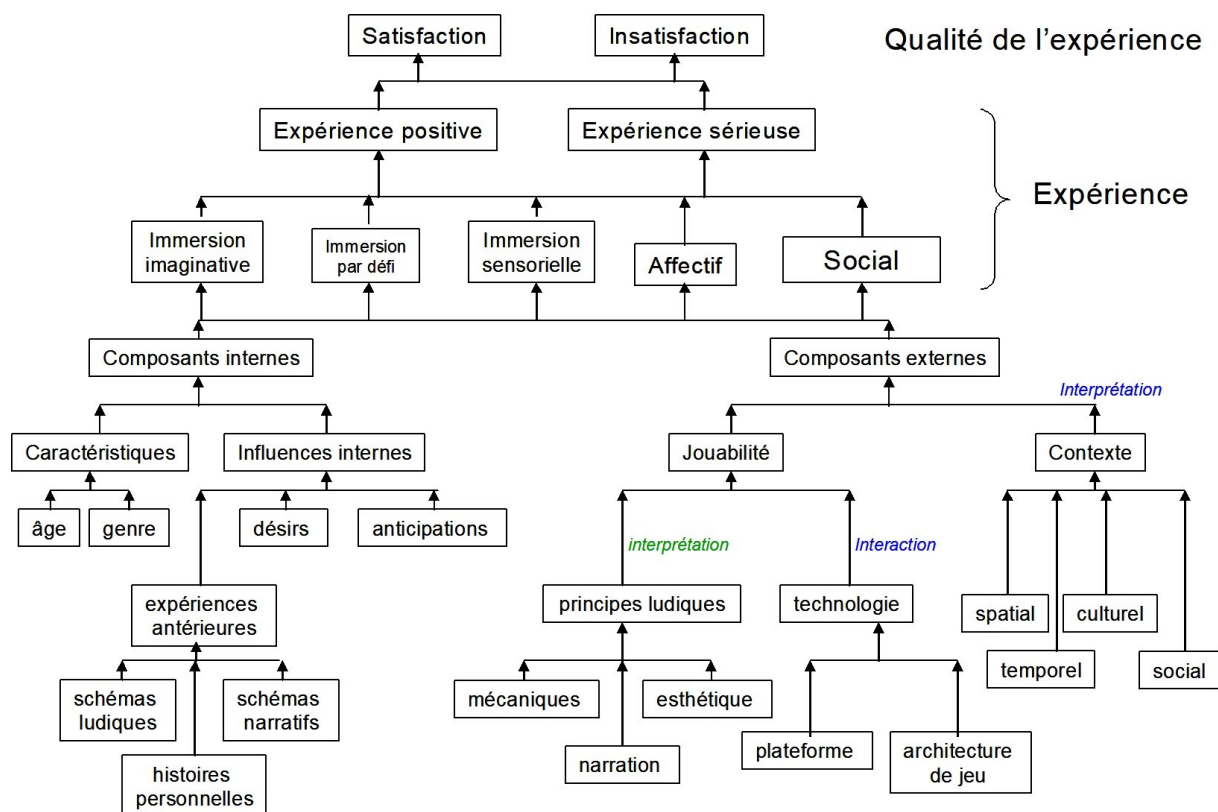


Figure 41 : Composantes internes et externes construisant l'expérience du joueur [Engl and Nacke, 2013]

Engl et Nacke différencient explicitement le rôle de l'interaction de celui de l'interprétation (voir textes en bleu dans la Figure 41) pour l'expérience de jeu. L'interprétation est l'analyse de la situation de jeu en fonction du vécu du joueur. Engl et Nacke limitent l'interprétation à l'analyse du contexte. Or, les travaux de [van Vught et al., 2012] montrent par exemple, que le joueur interprète les mécaniques du jeu à l'aune des schémas de jeu qu'il a préalablement acquis. C'est cette confrontation qui constitue le sentiment de plaisir lorsque le joueur est content de trouver ou de découvrir un schéma, ou de frustration ou d'ennui lorsqu'il est déçu de ne pas le reconnaître ou qu'il a l'impression de le retrouver trop souvent. De la même façon, le joueur interprète la narration [Van Vught et al., 2012] ou l'esthétique, comme le montre la psychogéographie [Davies, 2007]. Le joueur interprète donc le contexte mais également les principes ludiques du jeu (texte en vert dans la Figure 41).

Les choix effectués par le joueur au cours du jeu sont influencés par les composantes internes.

Ils révèlent ainsi une part des facteurs psychologiques du joueur [Engl and Nacke, 2013]. Décodés, ils peuvent aider à maintenir le profil du joueur. Ces indications fournissent également aux concepteurs et au processus d'adaptation autant de leviers possibles sur lesquels appuyer pour créer une expérience personnalisée, positive ou négative. Mais celle-ci n'est pas tributaire que des composantes internes du joueur. Les composantes externes, jouabilité et contexte, ont leur part dans sa construction. Jouer sur le contexte apparaît donc comme un ressort possible pour faire évoluer l'expérience

1.2 La dimension non ludique

J'ai trouvé beaucoup moins d'études sur les profils du visiteur et surtout son expérience que pour les jeux. Cependant, l'intérêt pour ces questions semble prendre de l'ampleur. Afin de faciliter une comparaison avec les travaux sur les joueurs, j'ai repris ici le plan de la partie précédente en commençant par m'intéresser aux profils du visiteur avant d'aborder son expérience.

1.2.1 Le profil du visiteur

L'étude la plus ancienne communément citée dans la littérature est celle de Véron et Levasseur [Véron and Levasseur, 1989], citée dans [Mariani-Rousset, 2001], [Antoniou et al., 2010], [Antoniou, 2016], [Schmitt, 2012], [Gicquel, 2013]. Le comportement des visiteurs étaient suivis grâce à une caméra et un entretien post-visite leur permettait de "dessiner de mémoire l'exposition... commenter une nouvelle fois son parcours, puis... raconter sa visite" [Schmitt, 2012]. De l'étude du comportement au sein de l'exposition se sont dégagés quatre styles de visites, définis en fonction du déplacement des visiteurs au sein de l'exposition, de leur rapport aux œuvres et du discours proposé par les concepteurs de l'exposition. Ces styles sont symbolisés par des animaux :

- les "Fourmis" s'intéressent de façon exhaustive et détaillée aux œuvres et suivent point à point le discours proposé,
- les "Poissons" s'intéressent à l'exposition dans sa globalité, gardant une certaine distance d'avec les œuvres,
- les "Papillons" s'intéressent en détail aux œuvres proposées mais ne suivent pas le discours sous-jacent,
- les "Sauterelles" viennent avec une idée bien précise qui se traduit par un nombre réduit

d'œuvres regardées et peu d'intérêt pour le discours énoncé.

Véron et Levasseur associent des degrés de motivation à chacune de ces typologies [Mariani-Rousset, 2001], [Schmitt, 2012]. La Fourmi serait motivée par les expositions en général, le Papillon par le thème des expositions, à l'opposé de la Sauterelle, pas très motivée qui flâne, tandis que le Poisson ne serait pas du tout motivé et "glisserait" sur l'exposition [Schmitt, 2012].

John H. Falk ne s'intéresse par au comportement du visiteur mais à ses motivations. Il note que les dimensions démographiques et socio-culturelles sont insuffisantes pour expliquer pourquoi les personnes viennent au musée : "ce que le visiteur apporte avec lui et en particulier son expérience antérieure, ses connaissances et ses propres intérêts influence profondément" sa visite, tout comme les personnes qui l'accompagnent éventuellement [Falk, 2012]. Il s'est donc attaché à comprendre ce qui motivait les visiteurs à venir au musée [Falk, 2012], [Falk, 2013], [Falk and Dierking, 2016]. L'analyse de différents interrogatoires menés avant, pendant et après la visite, parfois après de nombreux mois, a montré que les visiteurs utilisaient les mêmes termes pour parler de l'expérience souhaitée et de celle vécue, et donc que la première n'était pas modifiée par la seconde. Ces résultats l'ont amené à penser que les perceptions et émotions durant la visite se construisent en relation avec les raisons de cette visite et que le désir d'expérience est la motivation de visite. De plus, la visite fournirait au visiteur les moyens de confirmer/valider/tester des facettes de son identité, définie par une "articulation entre la représentation de soi, ce que l'on est réellement et l'ensemble des facteurs issus du contexte social qui agissent sur l'individu"⁷² [Falk, 2012]. Les facettes de leur identité mises en œuvre dans la visite d'un musée seraient fonction de "leur compréhension de ce que le musée a à leur offrir" et de "la perception de leurs propres rôles et besoins liés à l'identité" [Falk, 2012]. Les visiteurs viennent avec un "récit d'entrée" qui va guider leur comportement, leur apprentissage et les perceptions de satisfactions. Le but de la visite est de satisfaire les besoins d'un ou plusieurs aspects de leur identité. Falk propose 5 [Falk, 2012] puis 7 grandes classes d'identité [Falk, 2013], [Falk and Dierking, 2016]. Le visiteur endosse l'une de ces classes d'identité avant la visite mais elle peut changer d'une visite à l'autre. Ces identités correspondent à 7 types d'expériences que les visiteurs recherchent dans les musées. Il y a :

⁷² traduction de Jason Luckeroff et Daniel Jacobi [Falk, 2012]

- les Explorers (Exploreurs) qui sont curieux du contenu fourni par l'institution et qui souhaitent apprendre ;
- les "Facilitators" (Animateurs) qui aiment expliquer aux autres;
- les "Profesionals/Hobbyits" (Amateurs passionnés ou Professionnels), qui sont donc aguerris et viennent pour compléter leur expertise;
- les "Experience Seekers" (Chercheurs d'expérience) qui souhaitent vivre une expérience, quelque chose de particulier ;
- les "Rechargers" (Ressourceurs) qui viennent pour avoir une "expérience contemplative, spirituelle et réparative", juste pour passer un moment loin du tumulte extérieur ou en quête d'une expérience d'évasion,

auxquels se sont ajoutés :

- les "Respectful Pilgrims" (Pélerins respectueux), qui s'invitent au musée par devoir ou pour honorer la mémoire de ceux valorisés par l'institution,
- les "Affinity Seekers" (Chercheurs d'affinité), qui choisissent un musée ou une exposition parce qu'ils mettent en avant certaines de leurs valeurs.

Les travaux de Falk et Dierking ont fait l'objet de critiques et de discussion avec Emily Dawson et Eric Jensen [Dawson and Jensen, 2011]. Un article de synthèse de ce débat [Jensen, Dawson and Falk, 2011] a été publié indiquant notamment que les travaux de Falk mettent en évidence l'importance de l'intention de visite et qu'il est indéniable que les intentions présentées par Falk et Dierking existent.

S'appuyant sur les premiers travaux de Falk, Daniela Petrelli constate la variété de raisons pour lesquelles le public vient au musée [Petrelli, 1999]. Les visiteurs ne viennent pas tous pour apprendre, certains ont d'autres attentes, comme un besoin récréatif. Pour satisfaire l'ensemble de ces demandes, le musée doit être compatible avec chacun, d'où l'importance de pouvoir adapter le discours et donc de caractériser l'attitude des visiteurs.

D'après Petrelli, celle-ci peut se déduire du comportement du visiteur. Ainsi, un visiteur qui regarde systématiquement toutes les œuvres adopte un comportement normé, tandis que celui qui a un style de visite plus décontracté n'est motivé que par son intérêt personnel. Lorsqu'un

visiteur est ému, son pas est moins rapide, ses arrêts durent un certain temps. Il se rapproche et s'éloigne de l'œuvre pour contempler un détail. Mais le temps passé devant une œuvre peut n'indiquer qu'une lassitude : l'attention du visiteur dure 30' environ, après il se fatigue et les arrêts deviennent plus fréquents et plus longs. Un pas rapide peut être dû à la parfaite connaissance du musée et à la volonté du visiteur d'aller directement vers ce qui l'intéresse. Des arrêts fréquents peuvent s'expliquer par le désir d'un primo visiteur de contempler toutes les œuvres [Petrelli, 1999].

Petrelli s'est plus particulièrement intéressée aux attitudes trahissant une émotion. En effet, outre le fait que l'art favorise les émotions, ces dernières ont un impact certain sur le comportement du visiteur et inversement, il est possible d'utiliser sa mémoire émotionnelle pour l'immerger dans la visite, et modifier son comportement en jouant sur la charge émotionnelle du discours. A partir des données issues de l'environnement physique du visiteur, de la visite en cours, et du modèle du visiteur, Petrelli indique qu'il est possible de déterminer l'attractivité d'une œuvre, son pouvoir de captation mais également l'attention du visiteur, sa fatigue et son engagement, déterminé par le temps passé devant les œuvres. Le modèle du visiteur qu'elle a proposé était évolutif en cours de visite et comportait l'intérêt du visiteur pour la visite, ses connaissances, son style de visite et également une dimension émotionnelle.

Pour pouvoir adapter convenablement les propositions faites aux visiteurs, les éléments constituant le discours de visite étaient annotés avec le type de texte, le concept qui y était présenté, l'objectif de la description et leur potentiel émotionnel. Le choix de l'élément de discours suivant était alors réalisé en tenant compte de ces paramètres mais également du contexte physique, du discours de médiation en cours, de la cohérence (organisation, structure) et de la cohésion (interprétation, sens) narrative et émotive [Petrelli, 1999].

Pour Daniel Schmitt et Muriel Meyer-Chemenska, analyser le comportement des visiteurs dans une exposition est simplement percevoir l'évolution de leur corps au sein de l'exposition mais ne dit rien sur le processus cognitif qui s'opère durant la visite. Notamment cette analyse "ne permet pas d'établir des corrélations entre un comportement et le domaine cognitif des visiteurs, c'est à dire ce qu'ils pensent, imaginent, ressentent, attendent" [Schmitt et Meyer-Chemenska, 2014]. Chaque visite est différente et le comportement ne peut pas être

interprété sur un seul stéréotype car les attentes des visiteurs évoluent en cours de visite même. D'autant que l'interprétation est réalisée selon le sens que le concepteur de l'exposition a voulu donner aux différents espaces du parcours mais ne reflète pas forcément ce que le visiteur ressent [Schmitt, 2012]. Citant Varela, l'auteur pense que "le visiteur construit ses propres intrigues à partir de ce qui le perturbe". Autrement dit, le visiteur n'a pas réellement de stratégie de visite mais il fait des choix ponctuels le long du parcours, sans liens les uns avec les autres mais selon "ce qui fait sens pour lui" [Schmitt, 2012]. C'est pourquoi, ces auteurs ont bâti leur analyse sur des entretiens en re-situ subjectif (RSS) (cf Figure 42) : les visiteurs portaient une caméra embarquée et commentait leur parcours ensuite devant les enquêteurs. Ce procédé permettrait de savoir exactement ce que ressent et vit le visiteur au cours de sa visite et quelles ont été ses intentions [Schmitt and Meyer-Chemenska, 2014].

Figure 1. Les entretiens réalisés en re-situ subjectif. Les visiteurs sont équipés d'une mini-caméra puis laissés à leur parcours de visite (1). Les visiteurs sont ensuite invités à décrire leur expérience à partir de ce film tandis qu'une caméra placée derrière le visiteur enregistre l'image de la vidéo, l'entretien et les gestes du visiteur (2).



Figure 42 : Exemple d'entretien RSS (images et légende issues de [Schmitt and Meyer-Chemenska, 2014]) (Photo Daniel Schmitt)

Le projet CHES (Cultural Heritage Experiences through Socio-personal interactions and Storytelling)⁷³ adopte un avis intermédiaire à ces deux opinions opposées. Son objectif était de définir, implémenter et évaluer les visites interactives personnalisées pour les visiteurs ainsi que les outils d'édition associés. A partir d'observations qualitatives et quantitatives de visiteurs, de questionnaires, d'entretiens, de workshop, de lecture de littérature et de prototypages interactifs, les chercheurs ont isolé certaines des particularités des visiteurs sur lesquels ils ont pu bâtir des modèles. Le modèle conçu par le projet comprenait des variables inhérentes au visiteur [Roussou et al., 2013] :

- les variables démographiques (âge, genre, origine, langue),
- les compétences et expériences (niveau d'éducation, profession, expérience des dispositifs numériques),
- de possibles handicaps,

⁷³ <http://www.chessexperience.eu/>, consulté le 14/10/2018

- les centres d'intérêt (en général mais aussi pour le musée),
- les spécificités des visites (temps de visite, promo-visiteur ou pas),
- les préférences en lien avec la visite (le style de visite, les œuvres vues, le style de narration préférée, le niveau d'interaction préférée, etc.),
- le but de la visite au musée (se relaxer, apprendre, disponibilité),

mais aussi des variables mémorisant le comportement durant la visite : manquer une activité, finir une activité, ne rien choisir dans le menu, faire un choix dans le menu, la localisation du visiteur, les mouvements du visiteur, le temps et l'écoute [Vayanou et al., 2014].

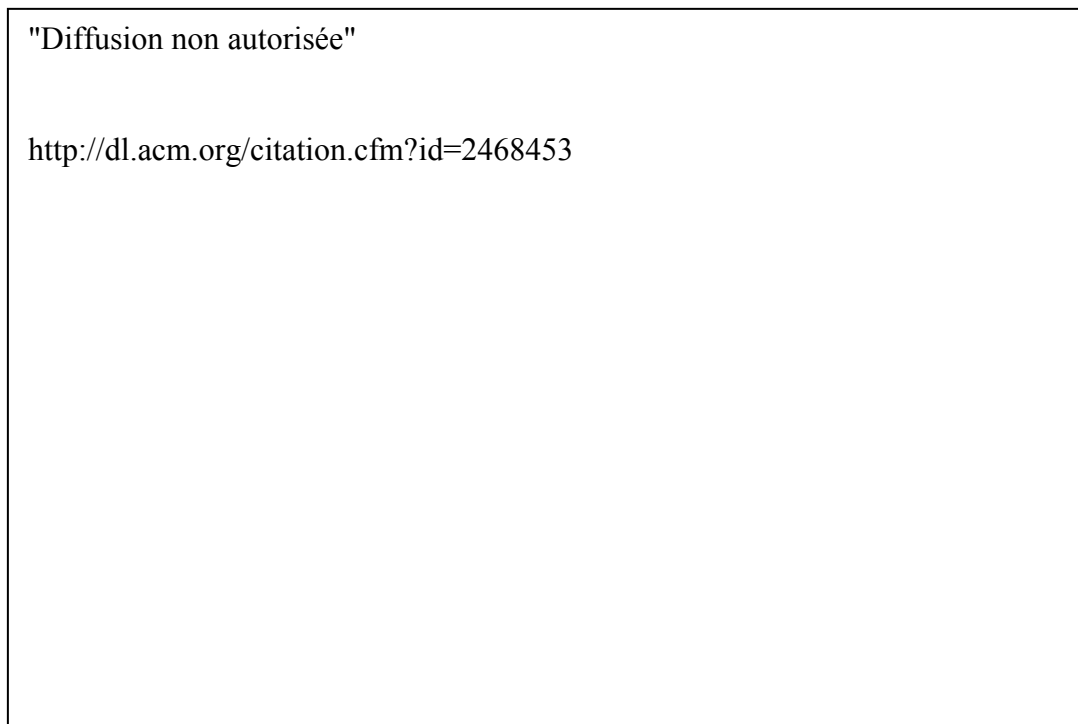


Figure 43 : Exemple de persona du projet européen CHESS [Roussou et al., 2013]

Dans une première approche, ces modèles ont été instanciés en 6 profils stéréotypés, appelés "personas" [Roussou et al., 2013], qui représentaient de grands types de visiteurs (cf. Figure 43). Une seconde approche a consisté à peupler les modèles à partir d'un questionnaire proposé par l'application avant de commencer la visite. Ils ont ainsi construit un modèle à deux niveaux : d'abord le persona, qui correspond au grand type de visiteur (enfant ou adulte)

puis le modèle lui-même qui comprend les interactions du visiteur, ses localisations et son comportement, comme ses mouvements : la narration dépend de l'angle de vue du visiteur par rapport à une statue, plusieurs contenus sont disponibles selon les angles de vue ou la position du dispositif interactif face à l'œuvre [Keil et al., 2013]. Le système utilise les deux niveaux d'informations du profil pour adapter le contenu de deux façons : celui de la thématique et du style de langage ou de visite pour les persona, celui des informations proposées, en fonction de la localisation par exemple, pour le modèle. Ainsi, dans le cadre de l'article, les profils envisagés sont liés à l'âge avec deux grandes classes : enfant ou adulte. Les auteurs expliquent qu'en fonction de ces modèles, sont définis :

- le scénario du guide. Par exemple, pour l'enfant est prévu un accompagnement par un cheval virtuel qui devient l'ami de l'enfant),
- mais également la façon d'aborder le contenu :
 - pour l'enfant : Présentation plus sensationnelle de la statue de Méduse, cette divinité grecque aux cheveux entrelacés de serpents et aux yeux pétrifiants. Ses yeux apparaissaient rouges en réalité augmentée et ses pouvoirs étaient représentés,
 - explication plus formelle et reconstitution du bas relief représentant Méduse pour les adultes [Keil et al., 2013], [Roussou et al., 2013].

A chaque action du visiteur était associé un intérêt supposé pour le contenu. Ainsi, "sauter une activité" marquait un désintérêt pour la visite, tandis que "finir une activité" était jugé positivement. Mais les auteurs se sont rendu compte qu'il était facile de mal interpréter un comportement. Par exemple, un visiteur peut sauter une activité non pas parce qu'elle ne lui plaît pas mais parce que les précédentes l'ennuyaient, ou parce qu'il était fatigué [Vayanou et al., 2014]. Pour ces chercheurs, il est donc important de ne pas conclure hâtivement mais de corroborer ses intuitions par d'autres comportements identiques, relevant de la même attitude supposée et de la valider par l'explication du visiteur via des questionnaires appropriés en cours de visite [Vayanou et al., 2014].

Indépendamment de son intérêt pour le visiteur, la création de ces stéréotypes est une aide précieuse pour les concepteurs. [Roussou et al., 2013] témoigne que pour le projet CHES, ces persona ont fini par prendre l'épaisseur de réelles personnes vivantes, pour lesquelles il devenait plus facile de créer du contenu. Les auteurs racontent que les experts du musée concevaient leur texte ou choisissaient leur media en pensant à Nikos ou Natale, noms donnés

à certains persona. L'existence de ces modèles a permis également de créer un langage commun entre les concepteurs, quelque soit leur discipline d'origine (informaticiens, professionnels du monde des musées). Ils ont permis également de mettre le visiteur au centre de la conception car les membres du projet travaillaient pour des profils concrets et non pas pour un hypothétique visiteur inconnu.

Alors que CHESS a adopté un processus de construction du profil "basé sur le modèle (top-down)" [Yannakakis et al., 2013], le projet ARtSENSE a choisi de construire le profil du visiteur selon une approche "bottom-up" [Yannakakis et al., 2013]. Le profil y est construit peu à peu en fonction des interactions du joueur et du jeu et des données personnelles recueillies. Le but du projet était d'associer des perceptions physiologiques avec des émotions vécues par le visiteur. Son profil comportait une partie d'informations propres au visiteur lui-même et une partie concernant son environnement, afin de tenir compte de l'influence possible de ce dernier. A partir des données brutes ainsi recueillies, il était possible de déterminer :

- ce qui avait attiré le regard du visiteur,
- son niveau d'intérêt pour ce contenu,
- l'existence d'un élément perturbant qui pouvait modifier l'évaluation de cet intérêt.

Les propositions de contenu étaient déterminées en fonction de ces trois indicateurs et validées par le choix réalisé par le visiteur. Le profil du visiteur comportait donc une hiérarchie d'informations :

- les données brutes décomposées
 - en données propres :
 - localisation du regard
 - captation rythme cardiaque
 - niveau de conductivité
 - activité cérébrale
 - données de son environnement :

- contenu projeté
 - scène observée
 - son collecté
 - autres œuvres dans la pièce
- les données abstraites :
 - éléments perturbants,
 - contenu accédé,
 - niveau d'intérêt.

En conclusion, l'ensemble de ces études de caractérisation de visiteurs nous indiquent qu'il nous faut connaître à la fois des données propres à la vie personnelle du visiteur (goût, loisir, visite seule ou en groupe) [Falk, 2013] [Roussou et al., 2013] mais également étudier son comportement durant la visite pour analyser son degré de motivation ou d'intérêt [Damala et al., 2013] [Petrelli, 1999], [Vayanou et al., 2014] [Schmitt, 2012]. Toutefois, cette analyse est toujours une interprétation qu'il faut valider par les visiteurs [Schmitt, 2012] [Vayanou et al., 2014], par exemple sous forme de questionnaires discrets embarqués à l'intérieur de l'application interactive [Vayanou et al., 2013] ou grâce aux choix réalisés par le visiteur parmi les différentes propositions faites par le système, comme dans le projet ARtSENSE. Plus concrètement, les paramètres susceptibles d'être mémorisés sont :

- en amont de la visite : les dimensions démographiques (âge, genre, origine, langue) [Roussou et al., 2013], les dimensions socio-économique (niveau social, emploi) [Roussou et al., 2013], le niveau culturel (niveau d'éducation, loisir) [Roussou et al., 2013], le rapport aux nouvelles technologies [Roussou et al., 2013], le rapport au musée (thématique, fréquence de visite, style de visite, confiance dans le musée, préparation en amont de la visite) [Roussou et al., 2013], le but de la visite au musée (se relaxer, apprendre, disponibilité) ([Roussou et al., 2013], [Falk, 2013]);
- durant la visite: les interactions avec les œuvres c'est à dire l'intérêt pour les détails des œuvres [Véron et Levasseur, 1989] [Petrelli, 1999], la position par rapport aux œuvres [Véron et Levasseur, 1989] [Petrelli, 1999], la position par rapport aux cartels et textes de

salles (projet CULTE), le parcours effectué au sein de l'exposition [Véron et Levasseur], le pourcentage d'œuvres étudiées [Véron et Levasseur, 1989] [Petrelli, 1999], le temps passé devant chaque œuvre [Petrelli, 1999], le type de visite (solitaire ou accompagné) [Roussou et al., 2013] [Falk, 2013], le nombre d'interactions avec d'autres visiteurs [Falk, 2013], mais également les interactions avec le terminal, c'est à dire le fait de manquer une activité, de finir une activité, de ne rien choisir dans le menu, de faire un choix dans le menu [Vayanou et al., 2014];

- de façon générale : la localisation du visiteur, les mouvements du visiteur, le temps, l'écoute (projets PLUG, CULTE), [Vayanou et al., 2014] [Petrelli, 1999]

1.2.2 L'expérience de visite

Alors que beaucoup d'études s'intéressent aux profils du visiteur, peu encore se sont penchées sur l'expérience qu'ils vivent. L'une des premières fut peut-être la théorie du Flow. Dans son livre "Flow, the psychology of optimal experience", Csikszentmihalyi étudie essentiellement les sentiments éprouvés lors d'activités physiques [Csikszentmihalyi, 1990]. En 1990, Robinson et lui s'intéressent également aux activités intellectuelles, en l'occurrence des visites de musées, en interrogeant des professionnels du Getty Museum de Malibu et du Art Institute de Chicago [Csikszentmihalyi and Robinson, 1990]. Ils en concluent que l'expérience esthétique vécue par ces derniers devant une œuvre peut se rapprocher du Flow mais sous certaines conditions. Elle n'est possible que si les personnes possèdent un certain seuil de connaissances pour se créer eux-mêmes des objectifs, des défis devant les œuvres. Les défis ici se construisent sur la reconnaissance des structures formelles d'une œuvre, son impact émotionnel, les références intellectuelles qu'elle porte et les opportunités de dialogue qu'elle crée entre l'artiste, son époque et le spectateur. Pour cela, il faut donc que ce dernier possède une éducation sensible et cognitive aux œuvres, qu'il sache se laisser aller à un dialogue et en apprécier la difficulté. Dans ces conditions, il existe de véritables défis dans l'expérience esthétique pour essayer de comprendre une œuvre, de la dater ou de valider que c'est bien un original, par exemple [Csikszentmihalyi and Robinson, 1990]. Ce sont donc des défis aux connaissances et à la curiosité du professionnel qui se créent et auxquels les objets apportent leurs réponses. Ces interrogations et la recherche de leurs réponses impliquent fortement les personnes et peuvent les amener à oublier le temps et lui-même. Sans ces défis du contenu, il n'y aurait rien pour retenir le visiteur et donc, pas d'expérience [Csikszentmihalyi and Robinson, 1990]. D'après les auteurs, le niveau de connaissance du

spectateur est une donnée critique et qui implique que, le plus souvent, la plupart des visiteurs ne veulent pas s'engager dans ce travail de communication avec les œuvres. Ils ne font alors que traverser le musée, pour dire qu'ils l'ont visité mais sans vraiment s'intéresser aux œuvres présentées [Csikszentmihalyi and Robinson, 1990].

Vivre le Flow signifie donc d'une part aborder le musée avec l'intention de s'intéresser aux collections, et d'autre part de disposer des connaissances suffisantes pour être capable de vivre une expérience esthétique face aux œuvres. Nous pourrions critiquer cette prise de position, arguant que Csikszentmihalyi et Robinson s'intéressent à l'intérêt de professionnels de musée pour les œuvres et que cet intérêt peut être différent pour de simples visiteurs. Ces conclusions sont cependant à rapprocher de celles du Louvre, suite à l'offre de visite avec une Nintendo DS 3D [Krebs and Alfandari, 2013]. Quel que soit le public, les personnes qui avaient le plus apprécié ce dispositif étaient celles qui avaient à la fois des connaissances techniques et d'histoire de l'art. Il semble donc qu'il existe réellement un double seuil de connaissances, techniques et cognitives, à posséder pour permettre le Flow lors d'une visite de musée avec un dispositif interactif...

...à moins que ce soient les interfaces, les activités et les contenus qu'il convienne d'adapter en fonction des connaissances et compétences du visiteur. C'est la constatation que fait Dominique Gélinas lors de son travail sur les muséographies immersives matérielles [Gélinas, 2014]. Pour l'auteure, l'immersion existe lorsqu'une personne se retrouve dans un espace avec ses règles propres, demandant une participation corporelle voire sensorielle de la personne, afin de provoquer une émotivité et une perte de distance critique.

Dans une muséographie immersive matérielle, les visiteurs se retrouvent au centre d'un décor constitué d'objets, dans lesquels ils déambulent à 360°. Ils ne sont plus spectateurs comme pour les "period rooms", où ils constituaient le 4ème mur, mais acteurs à l'intérieur du décor. Afin de ne pas "briser l'effet d'ambiance du décor" [Gélinas, 2014], les textes disparaissent. Le discours muséal doit donc être accessible directement par le visiteur, c'est pourquoi il fait référence à ce qu'il connaît, à son quotidien. Cette relation avec son histoire personnelle, son intimité, crée une relation émotionnelle, en plus de corporelle, avec son environnement. L'immersion, au sens de Gélinas, en plaçant le visiteur au centre d'un décor qu'il doit interpréter, diminue la distance critique et l'engage physiquement et émotionnellement, par

ses souvenirs et son savoir. C'est cet engagement qui créerait l'expérience.

Toutefois, l'expérience envisagée par les musées peut être émotive mais ne doit pas être traumatisante. C'est pourquoi ils recherchent essentiellement ce que Montpetit appellerait des "effets de plaisirs" et des "effets de sens" ([Montpetit, 2005] cité par [Gélinas, 2014]). Les "effets de plaisirs" intègrent l'ambiance, le parcours et la vue [Gélinas, 2014]. Ils sont vécus différemment selon les visiteurs et leurs histoires personnelles. Les "effets de sens" incluent l'ensemble du corps, les relations spatiales, et les gestes ou mouvements (la kinesthésie), afin de faire disparaître la distance critique. L'exposition passe ainsi d'un processus intellectuel à ce que Gélinas appelle un "sensorium", qui, construit dans le cadre d'une institution muséale, doit toutefois véhiculer des concepts scientifiquement exacts. Face à des visiteurs qui ne possèdent pas toujours le bagage scientifique, il doit s'adapter pour en faciliter la compréhension, d'où l'importance de créer des liens entre le passé et le présent. Ils permettront au visiteur de s'approprier le discours à sa manière, l'encourageant à continuer sa visite. Ils permettront également d'éviter de concevoir une immersion stérile qui n'apporterait pas de connaissance supplémentaire et qui ne serait qu'un simple divertissement. L'exposition permet la construction de sens mais ne montre pas de sens. "Chacun voit, comprend, retient ce qu'il veut bien" [Gélinas, 2014].

Dans son étude, Gélinas insiste sur l'aspect corporel et émotionnel de l'immersion, et donc de l'expérience, et sur la liberté du visiteur à construire son savoir. Elle rejoint en cela Daniel Schmitt qui a consacré sa thèse à "l'expérience de visite et la construction des connaissances dans le cas des musées de sciences et des centres de culture scientifique" [Schmitt, 2012]. Il prend pour principe qu'une expérience de visite est à la fois corporelle et cognitive et donc ne peut pas être interprétée uniquement par le simple comportement du visiteur. Schmitt place ses études dans le cas de visite en autonomie. Les visiteurs sont considérés comme des systèmes autonomes dont la visite est le résultat des actions qu'ils ont avec leur environnement, de leurs connaissances, de leurs désirs et de leur physiologie. Au cours de ses expérimentations, ses volontaires sont équipés d'une caméra. Durant l'interview d'après visite, l'enregistrement vidéo réalisé durant la visite est commenté par l'expérimentateur, de façon à recueillir le témoignage de l'expérience réellement vécue (cf Figure 42) [Schmitt and Meyer-Chemenska, 2014].

Sa première conclusion est que la visite de musée est différente pour chacun des expérimentateurs [Schmitt, 2012]. Cependant, il existe des constantes quant aux activités attendues. Dans les centres de science, on apprend, dans les zoos, on compare et dans les musées d'art, on est impressionné [Schmitt, 2012].

Sa seconde conclusion concerne spécifiquement l'expérience vécue par les visiteurs. Schmitt décrit l'exposition comme un espace de tensions et de résolutions. Les tensions sont créées par les objets, les dispositifs. Elles se traduisent par des questions que se posent les visiteurs. Schmitt nomme ces questions des "intrigues". Ces intrigues dépendent des désirs du visiteur lorsqu'il a fait le choix de sa visite mais également du message, tacite ou non, de l'institution qui assure qu'il y a quelque chose à comprendre. Schmitt les appelle les Anticipations. Les intrigues sont le résultat également des connaissances que le visiteur possède sur la thématique de l'institution. Ces connaissances constituent le Référentiel du visiteur. Elles peuvent être scolaires mais également provenir de son histoire personnelle. L'expérience est créée par le couple intrigue/résolution où les résolutions dénouent les tensions en donnant des réponses aux intrigues. Dans le cas d'une visite en autonomie, les réponses sont toujours apportées par le visiteur lui-même et uniquement par lui. Ce ne sont pas celles de l'institution. Le visiteur est satisfait lorsque la réponse lui convient, indépendamment de savoir si c'est celle que voulait l'institution.

Sa troisième conclusion concerne le rapport du visiteur avec la médiation. Pour Schmitt, la médiation est là pour créer des intrigues, pas pour apporter les solutions. Elle sert à initier la relation avec l'objet ou le dispositif et à la contextualiser, c'est à dire à introduire la solution que le visiteur apporte en fonction du contexte, scientifique ou artistique par exemple. La médiation propose mais c'est le visiteur qui dispose et qui choisit ce qu'il souhaite comprendre, jusqu'à quel point et comment. C'est lui qui apporte la solution. "Nous construisons des connaissances qui conviennent à nos préoccupations, et ce faisant, nous nous lions à des objets que nous considérons être des objets de sciences, sans nécessairement construire des savoirs de sciences." [Schmitt, 2012]

Alors que Dominique Gélinas met en évidence les composantes émotionnelle et corporelle, gestes et mouvements, de l'immersion dans la création de l'expérience, pour Schmitt, l'expérience est aussi le résultat de la construction de savoirs, dans le cadre de la visite d'un musée de sciences ou d'un centre de culture scientifique. Elle est positive lorsque cette construction satisfait le visiteur. Le savoir est fonction des attentes du visiteur et de ses

connaissances sur le sujet mais également de la confiance mise dans l'institution pour créer des espaces de tensions grâce aux objets et dispositifs proposés. L'expérience naît donc des questions que le visiteur se pose et la qualité de cette expérience, dépend de l'opinion qu'il a de la qualité des réponses qu'il y a apportées.

Falk souligne comme Schmitt l'importance des attentes du visiteurs lorsqu'il vient au musée et leur rôle primordial dans la construction de l'expérience [Falk, 2012], [Falk, 2013], [Falk and Dierking, 2016]. Celle-ci sera d'autant plus satisfaisante que l'intention de visite sera comblée. Alors que le travail sur le Flow ou celui de Schmitt s'étaient essentiellement intéressés à la dimension cognitive, les intentions décrites par Falk relèvent d'autres domaines. La curiosité des Explorateurs pour les contenus, la satisfaction de l'expertise des Professionnels/Amateurs renvoient à une dimension cognitive. Le besoin de transmettre des Facilitateurs, le souhait de valeurs des Chercheurs d'affinités et le devoir de mémoire des Pèlerins impliquent une dimension sociale. Le désir de vivre une expérience des Curieux d'expérience correspond à une dimension émotionnelle. Le désir de repos des "Rechargers" crée des expériences diverses selon les intentions initiales du visiteur et leur résolution. Un souhait de visite contemplative ou spirituelle créera une expérience émotionnelle. Dans le cas d'une visite réparative, l'expérience peut être physique, cognitive, émotionnelle ou sociale, selon ce que le visiteur vient fuir au musée. L'expérience voulue et expérimentée par les visiteurs de Falk pourrait donc se répartir selon ces 4 dimensions : cognitive, sociale, émotionnelle ou physique.

En conclusion, l'expérience prend sa source dans la résolution des tensions émotionnelle, cognitive, physique ou sociale, créées par l'exposition et ses visiteurs. Dans le cadre du Flow, des tensions se créent devant les œuvres lorsque le visiteur s'interroge sur ses capacités à construire ses propres objectifs, ses propres défis devant les œuvres [Csikszentmihalyi and Robinson, 1990]. Elles se créent également d'un point de vue émotionnel lorsqu'un objet renvoie à une expérience vécue par un visiteur [Gélinas, 2014], l'interrogeant sur son sentiment effectif ressenti devant l'œuvre. Elle se crée aussi socialement, émotionnellement, physiquement ou cognitivement lorsque le visiteur teste/confirme/valide

ses identités [Falk,2012]. Elle n'est cependant possible que si les tensions proposées sont décelables par le visiteur, c'est à dire :

- s'il est formé pour cela [Csikszentmihalyi and Robinson, 1990]
- ou que les compétences demandées sont usuelles ou en rapport avec son quotidien [Génilas, 2014],
- ou qu'elles correspondent aux désirs du visiteur lorsqu'il a fait le choix de la visite [Schmitt, 2012], [Falk, 2012].

La qualité de l'expérience est assujettie à la satisfaction des anticipations et dépend :

- de la résolution effective de ces tensions [Génilas, 2014] [Schmitt, 2012], [Falk, 2012]
- et, dans le cadre de tensions d'ordre cognitif, de l'opinion que le visiteur a de ses résolutions, indépendamment des réponses apportées par l'institution elle-même [Schmitt, 2012].

Notamment, l'expérience satisfaisante n'est possible que si le visiteur possède les aptitudes pour se créer des intrigues et les résoudre. Ces aptitudes peuvent être celles d'un expert ou amateur [Falk, 2012], [Csikszentmihalyi and Robinson, 1990] mais également celle d'un néophyte [Falk, 2012], [Génilas, 2014], [Schmitt, 2012]. Dans ce dernier cas, et dans le cadre d'une visite en autonomie, Génilas et Schmitt proposent que la muséographie permette au visiteur de créer un lien entre le discours proposé par l'institution et son quotidien. Dans le cadre d'une visite non autonome, l'institution peut également apporter les connaissances nécessaires aux visiteurs par le biais de dispositifs électroniques comme les guides mobiles.

1.2.3 Conclusions

Les chercheurs s'intéressant aux profils des visiteurs se sont interrogés sur la pertinence de l'interprétation du comportement de ces derniers au sein de l'exposition. L'intuition inciterait à penser que ceux-ci reflètent les pensées et les rapports du visiteur avec les œuvres ou dispositifs de médiation proposés [Véron et Levasseur, 1989]. Or pour certains, il n'en est rien [Schmitt, 2012]. Je n'ai pas trouvé une telle prise de position dans les discussions sur les profils des joueurs. Peut-être est-ce parce que ces derniers interagissent concrètement avec des dispositifs qui leur proposent des choix dont les réponses explicites peuvent être interprétées ? Quoiqu'il en soit, existe-t-il d'autres méthodes disponibles pour construire le profil des visiteurs ?

Le persona est un stéréotype, regroupement de plusieurs profils comportant des caractéristiques communes. Utilisés dans les projets de design d'expérience, leur création fut une aide précieuse pour les concepteurs du projet CHESS [Roussou et al., 2013]. Mais les persona ne constituent cependant pas des profils dynamiques de visiteur joueur.

[Khenissi et al, 2015] répertorient les possibilités de suivre le comportement d'un apprenant lors d'un jeu grâce au schéma suivant (cf Figure 44) :

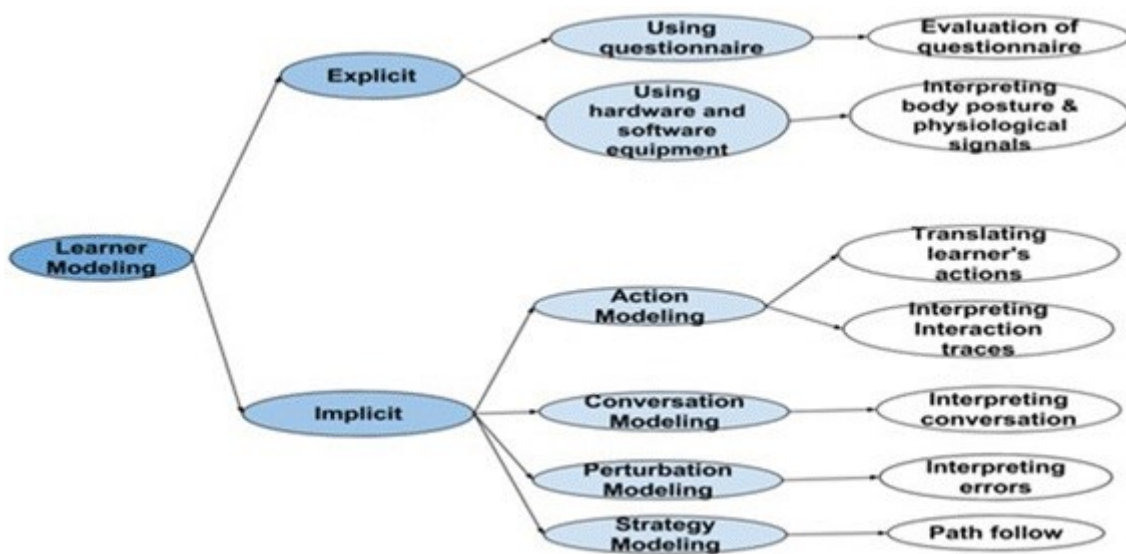


Figure 44 : Modélisation des sources du comportement d'un apprenant dans le cadre d'un jeu sérieux [Khenissi et al., 2015]

La modélisation de l'apprenant y est réalisée à l'aide de :

- données explicites, obtenues par questionnaires ou utilisation d'équipements techniques, comme des capteurs transmettant les données physiologiques de l'utilisateur.
- l'utilisation de capteurs biophysiques, pour tenter d'associer les réponses physiologiques du corps avec des émotions vécues par le joueur [Damala et al., 2010], [Gal and Gressier-Soudan, 2016]. Les capteurs nécessaires pour ces travaux sont larges et demandent une très grande précision que ne possèdent pas encore ceux, plus petits, insérés dans les bracelets bio-physiques du commerce. Ils sont encore trop intrusifs. Cependant, la miniaturisation des composants amène à penser que bientôt, des capteurs fiables et précis pourront intégrer de simples bracelets, rendant plus

facile leur acceptation par un visiteur.

- le courant anthropologique où les retours d'expériences sont obtenus grâce à des entretiens ou des questionnaires, ou observations [Jutant, 2011], [Koster, 2011], [Schmitt, 2012], [Falk, 2012, 2013]. L'intégration de questionnaires au sein des dispositifs de visite, comme dans le cadre du projet CHESS [Vanyanou et al., 2014], peuvent permettre une mise à jour dynamique du profil à la condition qu'ils ne soient pas trop fréquents et qu'ils soient judicieusement associés aux activités.

Nous pouvons ajouter à ces sources répertoriées par [Khenissi et al., 2015] le data mining qui consiste à analyser les traces laissées par le joueur en cours de jeu, comme, par exemple, ses interactions avec les réseaux sociaux. Il s'intégrerait dans les sources explicites du modèle du visiteur-joueur, car ses résultats sont calculés à partir des avis émis par le visiteur-joueur explicitement à l'intérieur du jeu ou sur tout réseau social interne ou externe au jeu, durant celui-ci. Ce procédé apparaît prometteur, mais il nécessite un nombre considérable de données. Il est donc indispensable que le jeu possède un nombre important d'utilisateurs ou une certaine ancienneté pour pouvoir avoir une quantité de données suffisante pour cette analyse.

- données implicites obtenues par l'étude des actions, des conversations, des perturbations ou des stratégies proposées, résolues ou développées par le joueur au sein du jeu, c'est à dire l'étude du comportement du joueur au sein du jeu. Si les auteurs s'accordent pour dire que le comportement du visiteur peut exprimer ses émotions ou sa personnalité, ils s'accordent également sur le fait que cette interprétation n'est pas infallible et qu'elle doit être validée par le visiteur avant utilisation [Schmitt and Meyer-Chemenska, 2014], [Petrelli, 1999], [Vayanou et al., 2014].

Un jeu, tout comme une visite avec un dispositif de médiation, est interactif. Le principe de l'interactivité suppose une réponse aux propositions formulées par le dispositif. Les choix effectués dans le jeu, tout comme les réponses aux propositions de l'outil numérique, constituent ainsi une source de renseignements sur les joueurs. Ils apparaissent comme des stimuli dont nous pouvons analyser les retours afin de constituer un profil. Par exemple, le nombre de quizz effectué par un joueur de PSM peut nous montrer son intérêt pour le contenu de médiation, par opposition à un autre joueur qui se contenterait d'échanger des cartes. La variété du type de missions réalisées ou le nombre d'abandons en cours de mission peuvent

révéler l'immersion ou au contraire la perte d'immersion d'un joueur [Bellotti et al., 2009]. Ces choix peuvent refléter un intérêt réel pour l'option choisie (choix positif) ou simplement le moins mauvais des choix (choix négatif) [van Lankveld et al., 2011]. Est-ce qu'ils reflètent quand même la personnalité du joueur ? Le travail d'Emmanuel Guardiola semble montrer que oui [Guardiola, 2014] même si, selon van Lankveld, cette personnalité peut être différente de celle de la vie de tous les jours ([van Lankveld, 2013] dans [Yannakakis, 2013]). Cependant, c'est cette personnalité qui nous intéresse puisque c'est celle que le visiteur adopte dans le jeu.

En absence d'autre moyen réellement satisfaisant et non intrusif pour le visiteur, l'analyse de son comportement apparaît comme une méthode acceptable pour définir son profil, à la condition que celle-ci soit validée par des réponses cohérentes entre elles à des questionnaires proposés en cours de visite [Vayanou et al., 2014].

Les profils sont alors constitués de données brutes, issues directement des mesures effectuées par les dispositifs, et de données abstraites obtenues après interprétation de données brutes. Elles se répartissent en :

- des données personnelles du visiteur (goût, loisir, visite seule ou en groupe) [Falk, 2013] [Roussou et al., 2013]
- mais également des données enregistrant son comportement durant la visite pour en déduire le degré de motivation ou d'intérêt du visiteur [Damala et al., 2013] [Petrelli, 1999]. Ces caractéristiques du joueur seront déterminées grâce à la conjonction de :
 - l'analyse du comportement
 - de visite
 - d'interaction avec le dispositif de jeu
 - de jeu (réalisation des missions demandés)
 - les réponses aux questionnaires implicites contenus dans le jeu :
 - choix entre plusieurs options (cf ARtSENSE)
 - questions incluses dans des activités.

L'expérience de visite apparaît comme le résultat de la résolution des tensions cognitives, sociales, corporelles et émotionnelles que se crée le visiteur. Ces tensions peuvent être la raison de sa visite mais se construisent également durant celle-ci. Dans le cadre d'une expérience cognitive, [Schmitt and Meyer-Chemenska, 2014] rappelle que "*Les visiteurs lorsqu'ils franchissent le seuil du musée, savent qu'il y a quelque chose à comprendre ou à trouver.*" et c'est cette certitude qui favorise les questionnements du visiteur au sein de l'exposition. Ceux-ci peuvent être en lien avec les motivations initiales, comme semble le penser [Falk, 2012] mais nous pouvons penser qu'elles peuvent être également spontanées devant certaines œuvres ou dispositifs. L'émotion du visiteur-joueur occasionnée par la vue d'un expôt peut débiter un processus intrigues/résolutions, encouragé par la certitude de l'existence de ces résolutions. Ces nouvelles expériences peuvent constituer ensuite des Référentiels pour le visiteur. Le Référentiel imaginé par Schmitt comme étant les connaissances scolaires ou personnelles acquises par le visiteur peut donc lui aussi s'élargir aux expériences muséales antérieures.

Tous les auteurs insistent sur le caractère strictement et immanquablement personnel de l'expérience. Entre autres, les visiteurs construisent leur propre savoir qui n'a rien à voir avec celui proposé par la médiation du musée [Gélinas, 2014], [Schmitt, 2012]. Cette dernière sert uniquement de catalyseur par la confiance que l'on peut lui attribuer [Schmitt, 2012]. Il paraît donc vain de vouloir "enseigner" au visiteur. En revanche, il n'est pas interdit de lui proposer des questionnements du moment qu'ils sont en adéquation avec ses Référentiels.

1.3 Définition et formalisation de l'expérience du visiteur-joueur

Les différentes études présentées dans ce chapitre montrent qu'il existe un fort parallélisme entre le processus de définition de l'expérience d'une visite et d'un jeu. En effet [Ermi and Mäyrä, 2005], [Engl and Nacke, 2013] et [van Vught et al., 2012] nous ont montré que l'expérience du joueur est fonction de ses défis, des attentes du joueur et de ses expériences antérieures, tout comme l'expérience de visite [Schmitt, 2012]. Je définirai donc l'expérience du visiteur-joueur comme *l'ensemble des émotions et sentiments éprouvés lors de la résolution d'intrigues cognitives, émotionnelles, physiques et sociales proposées par un jeu pour visiter un musée*. Il est donc possible de définir une expérience indépendamment de sa

nature, et donc de traiter ces deux expériences de façon identique.

Nous pouvons extraire une proposition de formalisme de l'expérience du visiteur-joueur, schématisée dans la Figure 45 ci-après, où les intrigues sont les questions suscitées ou élaborées à partir :

- de composants externes au visiteur-joueur [Engl and Nacke, 2013] qui sont :
 - la jouabilité avec, entre autre, les mécaniques de jeu, les objets du jeu dont les œuvres et les contenus de médiation, la narration et l'esthétique [Schell, 2010],
 - le contexte : personnes, muséographie, temps, culture,
- et des Anticipations [Schmitt, 2012], ou attentes, du joueur aussi bien pour le jeu que pour la médiation. Je les réparties en 3 classes :
 - ses désirs. Les désirs sont les souhaits que quelque chose se réalise sans que leur mise en œuvre soit obligatoire [Ermi and Mäyrä, 2005].
 - ses motivations. Elles sont antérieures à sa visite ou au jeu. Elles provoquent une déception si elles ne sont pas réalisées, et donc modifient de façon importante l'expérience du visiteur-joueur [van Vught et al., 2012],[Schmitt, 2012],[Falk, 2012].
 - ses craintes. Elles créent des tensions qui se dénouent avec une expérience non complètement positive [Marsch and Costello, 2012], c'est à dire
 - "positive-négative" au sens de [Marsch and Costello, 2012] : qui provoque à la fois un sentiment plaisant (par exemple, celui que la crainte ait été infondée) mais également un sentiment non plaisant (la crainte ressentie),
 - ou une expérience négative [Marsch and Costello, 2012].

La résolution de ces intrigues est fonction du Référentiel [Schmitt, 2012] du visiteur-joueur et d'autres composantes internes du jeu pour visiter un musée :

- le Référentiel est constitué de ses expériences de jeux et de musées antérieures et de ses connaissances scolaires ou personnelles [Engl and Nacke, 2013], [Schmitt, 2012],
- ses Caractéristiques comprennent l'âge et le genre. L'âge module les connaissances, expériences, attentes, désirs et craintes du visiteur-joueur [Poels and al., 2007a]. Le genre

semble avoir aussi une influence sur la qualité de l'expérience. D'après cette même étude, les femmes vivraient une expérience moindre, à l'exception des expériences négatives pour lesquelles elles semblent plus sensibles.

- ce que j'appelle ses Aptitudes sont ses compétences physiques et mentales,
- son état physiologique [Petrelli, 1999] et personnalité, c'est à dire les traits particuliers de son caractère [Digman, 1990], [Sanchez and Pierroux, 2015], [Liu et al., 2011], autres que ceux associés à la motivation.

La résolution des intrigues crée l'expérience qui, dans le cadre de jeu pervasif, transmédia conçu pour une visite dans un musée, est formée de cinq constituants : l'expérience cognitive, sociale, corporelle, émotionnelle de la visite et du jeu, à laquelle s'ajoute la composante fictionnelle de la narration (cf Figure 45).

L'expérience cognitive comprend :

- la construction de connaissances en lien avec le discours du musée [Schmitt, 2012], [Falk, 2012], [Falk, 2013],
- la construction de sens, comme dans le jeu *Darfour is Dying*, ce que Marsch and Costello appellent "prise de conscience" [Marsch and Costello, 2012],
- toute construction de savoir comme l'apprentissage de schéma ludique ou la conception de stratégie de jeu. [van Vught et al., 2012].

Elle est obtenue lorsque le visiteur-joueur résout les intrigues en relation avec le contenu du jeu et du musée. Elle possède une dimension corporelle comme intellectuelle. Elle est donc le fruit de l'ensemble des défis rencontrés par le joueur. Ils peuvent être spontanés, c'est à dire définis par le visiteur-joueur lui-même, comme la construction de ses propres stratégies, notamment dans cas d'une visite en autonomie. Ils peuvent également être dictés par le jeu. Ils ont pour source les mécaniques de jeu, la médiation mais également l'esthétique du jeu. L'expérience cognitive inclut également la recherche de compétences mentales et physiques nécessaires à la réalisation des défis.

Dans le cadre d'un jeu pervasif dans un musée, l'expérience corporelle est importante car le

visiteur-joueur est assujetti à de nombreux déplacements dans l'enceinte du musée. Elle possède une dimension :

- kinesthésique, créée par l'ensemble des mouvements nécessaires pour le jeu, dont les déplacements. L'expérience corporelle n'inclut pas les expériences kinesthésiques à but de validation de connaissance (se questionner sur la manoeuvre d'un dispositif par exemple),
- sensorielle, résultant des sensations vécues à partir des sens et donc, en particulier, toutes les interactions sensorielles avec les dispositifs de jeu ou muséaux.

L'expérience corporelle est donc en lien avec les interactions physiques du visiteur-joueur avec le musée. Elle correspond à la notion d'incarnation dans le jeu de [Pereira and Roque, 2012] et de sensorialité de [Gélinas, 2014]. Elle dépend des schémas ludiques intégrant kinesthésie et sensorialité, des acquis du joueur dans ce domaine, de ses Anticipations et des capacités qu'il possède à se mouvoir et à ressentir des sensations. Elle est également assujettie à l'état physiologique du visiteur-joueur. Dans son livre "L'art du Game Design", Jesse Schell explique la notion de courbe d'intérêt en indiquant qu'il doit exister des moments d'intérêts importants suivis de moments de repos [Schell, 2010]. Il en est de même pour les visiteurs qui se fatiguent au bout de 30mn [Petrelli, 1999]. La courbe de fatigue physique du visiteur-joueur est donc un élément important à prendre en considération, surtout pour un jeu pervasif.

L'expérience sociale prend forme lorsque :

- le visiteur-joueur s'interroge et répond à ses interrogations relatives aux personnes qu'il rencontre au sein du jeu, public ou joueurs, qu'elles soient présentes ou à distance. Les intrigues peuvent en effet naître lors de la consultation d'un tableau des résultats dans un jeu à caractère compétitif, comme dans le jeu PSM ou la première version du jeu *Foursquare*, ou lors d'une collaboration avec d'autres joueurs. Dans les deux cas, ces joueurs peuvent être des joueurs solitaires, ceux d'une équipe adverse ou ceux de sa propre équipe.
- lors d'une confrontation des propositions du jeu avec les règles sociales et culturelles auxquelles il adhère. La dimension culturelle est en effet une des composantes de l'expérience sociale car les règles de conduite et les règles morales sont des règles de vie en société. Il faut toutefois noter que la transgression sociale peut être acceptée dans le

cadre d'un jeu grâce par exemple à la narration. Une relation sociale peut être justifiée et acceptée dans le cadre du jeu alors qu'elle ne le serait pas dans la vie de tous les jours (*I love Bees* de McGonigal et Boggost). Toutefois, il est clair que cette transgression génère une expérience particulière.

L'expérience sociale possède donc deux dimensions :

- une dimension endogène au jeu, comme l'aspect participatif des jeux transmédia et les mécaniques de jeu à composante sociale.
- et une dimension exogène au jeu interprétée par les schémas narratifs du joueurs, ses expériences et connaissances personnelles. Ce sont les sentiments associés à la présence réelle ou virtuelle des joueurs, le contexte culturel et social, et les Anticipations du visiteur-joueur caractérisées par ses attentes et ses capacités à se situer par rapport aux contraintes culturelles et sociales (craintes/désirs).

L'expérience affective comprend toutes les émotions issues de l'esthétique du jeu : c'est à dire les émotions et les sentiments ressentis spontanément par le joueur-visiteur lors du jeu. Elle correspond à la sensorialité de [Pereira and Roque, 2012]. Ce peut être l'émotion éprouvée devant un tableau ou dans un lieu particulier. La psycho-géographie est en effet une des mécaniques de jeu permettant la création d'une expérience affective prévue par les concepteurs [Davies, 2007] [Waern and Sternos, 2007]. Ce peut être également les frustrations ou les plaisirs en lien avec l'utilisation d'une technologie particulière. Par exemple, dans PSM, les visiteurs apprécient d'utiliser la nouvelle technologie RFID. L'émotion vécue peut aussi ne pas être liée au jeu mais être due à des composantes externes et ressenties au sein de la visite jouée, comme la vision d'une œuvre voisine d'une de celle prise en compte par le jeu. Elle en constitue cependant une partie de l'expérience car associée au temps du jeu.

L'expérience fictionnelle intègre tous les sentiments provoqués par la narration du jeu et l'impression d'inquiétante étrangeté qu'il instaure par son décalage, léger ou non, par rapport à la réalité. Elle dépend à la fois des expériences antérieures personnelles de jeu et de visite et de la personnalité du joueur, de celle du rôle qu'il endosse éventuellement et de l'univers créé par le jeu. Les expériences personnelles du joueur peuvent s'immiscer dans les cas suivants

[van Vught et al., 2012] :

- le visiteur-joueur reconnaît des schémas narratifs et s'attend à ce que le jeu lui propose un schéma déjà rencontré, suite de celui reconnu,
- le visiteur-joueur reconnaît un schéma narratif et décide de lui-même de la suite à lui donner en fonction des schémas déjà rencontrés,

La personnalité du rôle peut quant à lui participer à l'expérience lorsque :

- elle diffère de celle du visiteur-joueur, entraînant des questions sur la suite à donner et sur la personnalité à utiliser à tel ou tel moment du jeu [Jonsson et al, 2006]
- les compétences physiques et mentales du rôle ne sont pas celles du visiteur-joueur, l'incitant à se questionner sur ses capacités réelles à relever les défis proposés par le jeu et à réaliser les actions pour lesquelles il ne se sent éventuellement pas prêt.

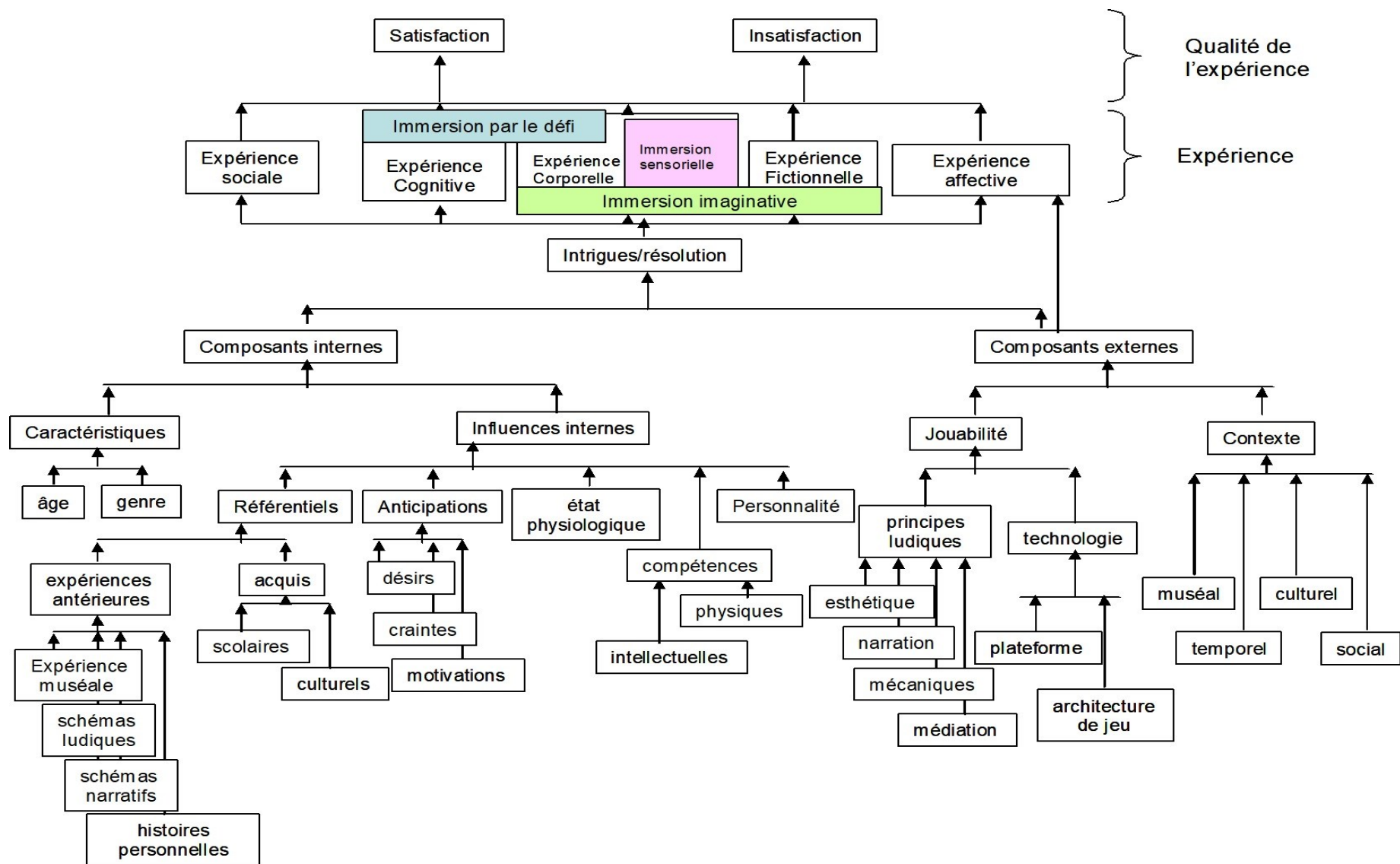


Figure 45 : Modèle de l'expérience d'un visiteur-joueur

Pour que ce formalisme soit valide, il faut pouvoir y inscrire les différents types d'expériences déjà définies par d'autres chercheurs et rencontrées dans cette étude. Nous avons déjà associé les différentes "petites identités" de [Falk, 2012], [Falk and Dierking, 2016] à des expériences de visite (cf. 0). Restent à étudier les expériences issues du jeu que sont les immersions par les défis, imaginative ou sensorielle [Ermi and Mäyrä, 2005].

L'immersion sensorielle (cf Figure 45) est totalement incluse dans l'expérience corporelle car met en jeu l'ensemble des sens du visiteur-joueur et uniquement cela. Les deux autres immersions se répartissent entre deux dimensions de l'expérience de jeu de visite.

L'immersion par le défi appartient à la fois à l'expérience cognitive et l'expérience corporelle d'une ce type de jeux. Par définition, l'immersion par le défi est la sensation d'avoir les capacités nécessaires pour réaliser le défi et donc de se sentir profondément impliqué dans l'action, enrôlé sans effort, et oublier le temps (Flow). Impliqué dans l'action, les seules préoccupations du visiteur-joueur sont donc de rechercher et mettre en œuvre les capacités cognitives ou corporelles pour achever le défi, d'où son appartenance à la composante cognitive et à la composante corporelle de l'expérience du visiteur-joueur.

Toutefois, toute expérience cognitive ou corporelle n'est pas une immersion par le défi. Il existe des expériences kinesthésiques qui en sont indépendantes. Par exemple, toutes les interactions avec le terminal de jeu, ou simplement le parcours dans le musée lui-même. De même, certaines expériences cognitives ne sont pas des défis du jeu. Elles peuvent être la conséquence de la résolution d'une intrigue conçue par le visiteur-joueur indépendamment du jeu. Certains éléments du musée, par exemple, peuvent attirer le visiteur-joueur et lui permettre d'acquérir de nouvelles connaissances. Cette expérience sera toutefois considérée comme une expérience du jeu car elle est incluse dans le déroulement de ce dernier. Elle est la conséquence de la pervasivité du jeu. L'immersion par le défi n'est donc pas équivalente à l'association de l'expérience corporelle et cognitive.

L'immersion imaginative est le sentiment du visiteur-joueur d'être complètement absorbé par l'histoire et l'univers du jeu. Elle suppose une adhésion intellectuelle à l'univers du jeu mais

également une adéquation entre les capacités motrices du joueur et cet univers. Lors de leur étude, Ermi et Mäyrä, rapportent qu'un enfant considérait le jeu plus immersif que le cinéma ou la littérature, car non seulement il pouvait s'identifier avec le personnage, comme pour les films et les livres, mais en plus, il pouvait réaliser leurs actions [Ermi and Mäyrä, 2005]. L'immersion imaginative paraît donc être une expérience dont certaines composantes appartiennent à l'expérience corporelle, tandis que d'autres font partie de l'expérience fictionnelle.

Les profils de visiteurs et ceux des joueurs définis dans le Tableau 2 montrent des ressemblances car ils s'appuient tous les deux sur les profils psychologiques des personnes (les aptitudes du profil de la Figure 45). Si les Fourmis de Véron et Levasseur semblent posséder le caractère consciencieux des "Intellect/Atteindre un but" du Tableau 2 [Véron et Levasseur, 1989], il est très difficile d'associer les autres styles de visite à des profils car les descriptions correspondent à des comportements au sein de l'exposition et leur association à des motivations du visiteur ne sont pas très explicites. Les travaux de Falk s'intéressant aux attentes des visiteurs [Falk, 2012], [Falk, 2013], [Falk and Dierking, 2016], il peut être par contre tout à fait pertinent de les comparer aux profils de joueurs déjà définis. C'est la proposition du tableau ci-dessous reprenant les 7 identités de Falk (cf Tableau 5) :

Concept commun		Five Factor [Digman, 1990]	Théorie du tempérament [Cowley and Charles, 2016]	Bartle [Bartle, 1996]	<i>Petites identités</i> [Falk, 2012] [Falk, 2013]	Brainhex [Nacke et al., 2011]	Yee [Yee, 2016]		
Social : Recherche les interactions fraternelles avec les autres		"A" = Altruisme	"Diplomate"	"Socializer"	"Facilitator"	"Socializer"	Community		
Emotion	Emerveillement (endomorphine)	"E" = Extraverti	"Tactique"	"Explorer"	"Affinity Seeker"	"Seeker"	Discovery	Excitement Competition Challenge Power	
	Emotion forte (adrénaline)				En rapport avec la découverte				"Recharger"
		En rapport avec la destruction		"N" = Nevrotisme	"Killer"	"Professionnel/ Hobbyst"			"Survivor"
	Intellect : Définir des stratégies	Aller au delà du jeu, curiosité							"O" = Ouverture
	Atteindre un but, respect des règles	"C" = Conscience	"Logistique"	"Achiever"	"Explorer"	"Mastermind" "Achiever"	Completion Power		
							Fantasy		
					"Respectful Pilgrims"		Story		
							Design		

Tableau 5 : Rapprochement des profils de joueurs et des profils de visiteurs de [Falk, 2013]

- L'"Explorer" est celui qui est curieux du contenu fourni par l'institution et vient pour apprendre. Nous pouvons penser qu'il a une démarche intellectuelle mais qu'il ne va pas au delà de ce que propose l'institution. Il serait alors plutôt consciencieux, avec un but à atteindre : apprendre. C'est pourquoi je l'associerai aux thème et sous-thème "Intellect/Atteindre un but" du Tableau 2, comme les "Achiever" de [Bartle, 1996].
- le "Facilitator" est tourné vers les autres. Il possède donc un caractère Social, correspondant au trait "Community" de [Yee, 2016], comme les "Socializer" de Bartle.
- le "Professional/Hobbyist" vient au musée pour compléter ses connaissances. Connaissant déjà le sujet, il est susceptible de chercher à aller au delà de la proposition de visite que lui offre le musée. Il définit lui-même ses objectifs, comme l'"Explorer" de Bartle. Cette recherche d'expertise complémentaire peut entraîner cependant de fortes émotions car elle peut remettre en question ses acquis antérieures. Cette propension à se définir ses propres défis, que décrivent très bien [Csikszentmihalyi and Robinson, 1990], correspond au "Challenge" de Yee. Elle peut entraîner des émotions fortes issues d'une soif de découverte ("Discovery" de Yee) mais également d'une envie de remise en cause des connaissances antérieures ("Destruction" de Yee). Il peut donc être un "Killer" de Bartle aussi.
- l'"Experience Seeker" recherche pleinement l'émotion qui va au delà de l'émerveillement car son credo est de vivre une expérience. Même si la recherche d'adrénaline qui est associée aux "Explorer" de Bartle est sans doute exagérée pour l'"Experience Seeker", il est certain qu'il veut vivre quelque chose de mémorable. C'est pourquoi il me semble correspondre aux thème et sous-thème "Emotion/Emotion forte/Découverte".
- le "Recharger" préfère lui une expérience contemplative. Il est donc en quête d'émotion mais plus douce, comme l'émerveillement. Il sera donc plus proche sans doute d'un profil d'"Explorer" de Bartle tendance "Seeker" de [Nacke et al., 2011],
- les profils "Respectful Pilgrims" et "Affinity Seekers" sont des profils orientés vers des valeurs personnelles ("Affinity Seeker") ou sociales ("Respectful Pilgrims").
 - le "Respectful Pilgrim", s'intéresse à la mémoire des personnes. Il est plus sensible aux histoires et aux personnages et pourrait s'apparenter aux personnes motivées par l'histoire du jeu ("Story" de Yee).
 - les "Affinity Seekers" fréquentent des lieux valorisant des valeurs. Ils me paraissent

donc associés à une notion de puissance, par les valeurs qu'ils véhiculent. C'est pourquoi je les associerai avec la notion de "Power" de Yee. Ils recherchent également l'émotion. C'est pourquoi ils me semblent pouvoir être associés à la notion d'émerveillement. Il peut être aussi question ici de se retrouver en communauté avec des personnes ayant les mêmes valeurs et qui fréquenteraient alors les mêmes établissements.

Ces rapprochements sont une interprétation personnelle des descriptions, souvent succinctes, données par les différents auteurs. Ils constituent des propositions pour une définition de typologie de visiteur-joueurs.

Par ailleurs, je ne pense pas qu'il soit possible de superposer totalement les profils de visiteurs et de joueurs car ils mémorisent des attentes et intérêts concrets qui ne sont pas les mêmes dans un site patrimonial et dans un jeu. Par exemple, un visiteur peut posséder des attentes par rapport à la muséographie d'une exposition qui n'auront pas de sens au sein d'un jeu.

Cela signifie que le visiteur-joueur est susceptible de vivre les deux types d'expérience ludique et non ludique, en même temps. Les travaux de Sutter Widmer et Szilas [Sutter Widmer and Szilas, 2017] confirment que c'est possible mais sous condition. Ils se sont intéressés à la motivation, au comportement et à l'expérience de jeu d'un jeu sérieux sur les mathématiques. Ils ont montré que les profils de visiteur possédaient deux orientations majeures : ceux qui sont intéressés par le contenu du jeu et ceux qui sont intéressés par le jeu lui-même. Dans le cadre de leur jeu, il est apparu que :

- l'engagement du joueur n'était possible que si l'attente du joueur était satisfaite, qu'elle soit ludique ou non ludique, voire les deux,
- un joueur-apprenant qui n'a aucune attente en matière de jeu ou d'apprentissage en mathématiques ne s'engagera pas dans le jeu [Sutter Widmer and Szilas, 2017].
- il est possible de créer une expérience dans une dimension pour laquelle il n'existait pas d'attente préalable du moment que l'attente initiale du joueur était satisfaite. En effet, [Sutter Widmer and Szilas, 2017] ont identifié un profil d'apprenants-joueurs "peu confiant", c'est à dire qui possédaient une attitude favorable pour les mathématiques tout

en étant peu confiants dans leurs capacités, et qui étaient moyennement intéressés par le jeu. Leur étude a montré que les personnes répondant à ce profil avaient estimé que le jeu leur avait permis d'avancer en mathématiques et qu'ils s'étaient laissés prendre au jeu. Autrement dit, leur satisfaction sur leurs résultats en mathématiques les a motivés pour le jeu et a permis leur engagement dans ce dernier.

Des attentes dans au moins une des dimensions semblent donc nécessaires pour créer un engagement dans le jeu et elles doivent être satisfaites en cours de jeu afin de renouveler cet engagement. Ces résultats correspondent à ce que nous avons pu constater dans les différents projets de recherche sur les jeux de visite (PSM, PUPN, CULTE), notamment, concernant le dernier point. Dans le jeu PUPN, des visiteurs craignaient de ne pas avoir suffisamment de connaissances en histoire des techniques pour réussir le jeu mais possédaient un *a priori* positif pour le jeu. L'engagement dans ce dernier et des questions adaptées à leur niveau a permis l'engagement dans le jeu et une satisfaction sur l'ensemble des dimensions du jeu, ludique et non ludique.

1.4 Conclusions

Ce travail sur le profil d'un visiteur joueur nous a permis de montrer que le jeu sérieux et le jeu de médiation ne sont pas adaptés pour renouveler le public et l'image des musées, contrairement à toutes les propositions faites actuellement. En effet, ils ne satisfont qu'un seul type de visiteurs, ceux qui viennent au musée pour apprendre de manière formelle ou informelle. Or, les visiteurs possèdent de nombreuses autres motivations dont certaines non culturelles ni éducatives. Pour s'adresser à l'ensemble des publics de visiteurs, il est donc nécessaire de concevoir d'autres types de jeu, proposant des parcours différents, plus orientés vers les émotions ou les sensations, en d'autres termes, qui tiennent compte de l'ensemble des profils de visiteurs rencontrés dans ce chapitre. Je nomme ces jeux : "jeux de visite". Seuls de tels jeux peuvent réellement modifier l'image des musées car ils leur offrent enfin un moyen de sortir de leur image de "Magister" et de cette relation hiérarchique "top-down" qu'ils possèdent encore.

Plusieurs typologies de profils de visiteur et de joueur ont été étudiées dans ce chapitre. L'analyse du Tableau 2 et du Tableau 5 indique qu'elles pourraient être décrites à partir des 12 facteurs de motivations déterminés par [Yee, 2016]. Si ce résultat est confirmé,

ces facteurs, stables culturellement, pourraient alors être considérés comme des constituants élémentaires des deux types de profils. Cela signifie-t-il pour autant qu'un profil conçu pour un joueur serait approprié pour la même personne dans son activité de visiteur ? Rien n'est moins sûr. En effet, [van Lankveld et al., 2011] signale qu'un joueur ne possède pas nécessairement le même profil dans la vie réelle que dans le monde du jeu. Tout laisse à penser qu'il en est de même pour un visiteur, et donc, a fortiori, il semble hasardeux de penser qu'un joueur, respectivement un visiteur, puisse posséder le même profil lorsqu'il effectue une visite, respectivement lorsqu'il joue. D'autre part, la lecture du Tableau 5 nous montre que les facteurs décrivant un profil de visiteur ne sont pas regroupés de la même façon pour composer un profil de joueur. Il existe donc bel et bien deux profils séparés : un de visiteur et un de joueur, qui, semble-t-il, pourraient être décrits par les mêmes constituants : les 12 motivations élémentaires de Yee.

Deux profils séparés signifient deux expériences : celle de joueur et celle de visiteur. Cependant, si nous généralisons les résultats de [Sutter Widmer et Szilas, 2017] aux jeux de visite, il existerait une motivation principale, la visite ou le jeu, qu'il serait nécessaire de satisfaire avant de pouvoir envisager de faire vivre une autre expérience positive. La qualité de l'expérience vécue durant le jeu repose ainsi sur la capacité de celui-ci à répondre à l'ensemble des attentes du visiteur joueur, selon l'importance que ce dernier leur donne.

Mais quels liens existe-t-il entre les profils de visiteurs-joueurs exposés dans le Tableau 2 et l'expérience de jeu de visite présentée dans la figure Figure 45 ? Le tableau positionne les différents profils par rapport à 4 formes de motivations : sociale, émotionnelle, intellectuelle et fictionnelle. La figure représente l'expérience comme l'association de 5 dimensions : sociale, cognitive, corporelle, fictionnelle et affective. Je propose les pistes d'associations suivantes :

- la forme sociale de la motivation avec la dimension de même nom de l'expérience,
- la forme émotionnelle de la motivation avec la dimension affective de l'expérience.

La motivation émotionnelle est le souhait de vivre des émotions plus ou moins fortes durant la visite ou le jeu. L'expérience affective est définie comme l'ensemble des

émotions provoquées par l'esthétique du jeu ou du musée. Lorsque les intrigues issues de la motivation émotionnelle sont satisfaites, elles créent une expérience affective. Inversement, une expérience affective dépend de la résolution d'intrigues d'ordre esthétique proposées par le jeu ou le musée. Elle suppose donc que le visiteur-joueur possède des questionnements à ce sujet, et donc des attentes. Il semble donc que ce soit plutôt aux anticipations d'ordre émotionnelles (crainte, désir et motivation) que l'expérience affective est associée.

- la forme fictionnelle de la motivation avec la dimension fictionnelle de l'expérience.
La motivation fictionnelle se concrétise par le souhait de retrouver des schémas de narration déjà connus, une histoire intéressante ou d'endosser des rôles. L'expérience fictionnelle regroupe toutes les émotions et sensations provoquées par la narration. Il y a donc une implication immédiate entre la satisfaction de la motivation fictionnelle et l'expérience du même nom. Inversement, comme pour la dimension affective, l'expérience fictionnelle est la résultante de résolution de tensions liées à l'histoire du jeu, et donc aux attentes du visiteur-joueur dans ce domaine, qu'elle aient existé en amont de la visite ou pas.
- la forme intellectuelle de la motivation et la dimension cognitive de l'expérience.
L'expérience cognitive est issue de la construction de sens, de savoirs en relation avec le jeu ou le discours du musée. Elle est le fruit des défis que résout le visiteur-joueur, qu'ils soient spontanés, comme devant un dispositif muséal [Schmitt, 2012] ou lorsque le visiteur-joueur définit ses propres stratégies de jeu [van Vught et al., 2012], ou qu'ils soient proposés par le jeu de visite ou le contexte. Ces deux cas correspondent aux caractéristiques d'une motivation intellectuelle.
- la dimension corporelle de l'expérience à une forme corporelle de la motivation.
Les profils des joueurs étudiés dans ce chapitre sont des profils de joueur de jeux vidéo traditionnels, pour lesquels la dimension corporelle se limite à l'utilisation du clavier et de la souris. C'est pourquoi nous n'avons pas mis en évidence de forme corporelle de la motivation. Pourtant, il peut exister une attente kinesthétique chez un joueur lorsque les jeux se jouent avec des consoles comme la "Wii" de Nintendo ou la "Kinect" de Microsoft. Elle peut également exister chez un visiteur, nous l'avons vu, lorsqu'il sait qu'il va visiter une exposition où il doit manipuler des dispositifs ou lorsque la muséographie est conçue avec une mise en scène sensorielle. Auquel cas, la satisfaction de motivations corporelles crée une expérience corporelle chez le visiteur-joueur et inversement, une

expérience corporelle suppose l'existence d'attentes du même ordre chez le visiteur-joueur. Il semble donc possible de définir des correspondances entre les attentes du visiteur-joueur, associées aux 4 motivations, définies dans le Tableau 2 plus une motivation corporelle, et les 5 dimensions de l'expérience du visiteur-joueur. Valider les pistes proposées ici n'est pas du ressort de cette thèse mais quelque soient les relations qu'il peut exister entre attente et expérience, l'important est qu'elles existent. Et elles existent : l'étude accomplie dans ce chapitre le montre, et pour le jeu, et pour la visite. Nous en déduisons qu'il existe également une relation entre les typologies de visiteur et de joueur et les types d'expériences vécues.

Comment considérer ces différentes attentes ? S'agit-il de facteurs représentés en proportions différentes dans le profil ou est-ce qu'ils constituent des profils à part entière ? Le Tableau 5 indique qu'à de rares exceptions près, les typologies de joueurs, comme celle des visiteurs définie par Falk, sont associées à un seul type d'attente. Il semble donc qu'il soit possible, dans une première approximation, de faire correspondre un profil de visiteur ou de joueur avec une attente principale. Ceci corrobore mon expérience de guide. J'ai pu constater que si un visiteur possédait plusieurs centres d'intérêts ou motivations, l'un était prépondérant par rapport aux autres. C'est pourquoi, dans le cadre de cette thèse, je supposerai que le profil du visiteur, tout comme le profil du joueur, possède une attente majeure qui sera seule considérée dans cette étude; en d'autres termes, que les profils ne sont constitués que d'un seul type. Ce choix permet de plus de limiter le nombre de combinaisons profil joueur/profil visiteur et donc le nombre de parcours à créer.

Mais l'existence simultanée de deux attentes, et donc de deux expériences, entraîne un risque de déséquilibre du jeu. L'une des dimensions, ludique ou non ludique, peut être prépondérante sur l'autre. Si cette configuration est souhaitable, d'après [Sutter Widmer and Szilas, 2017], il faut cependant valider que l'expérience prépondérante correspond à l'attente principale, ludique ou non ludique, du visiteur joueur et que les deux expériences sont positives. C'est à cette condition que le visiteur joueur vivra une expérience satisfaisante de jeu et de visite. Sinon, une action d'équilibrage doit être envisagée. Le parallélisme entre les processus de construction des expériences de jeu et de visite à partir d'intrigues (cf chapitre 0) enlève tout risque de prépondérance structurelle d'une dimension par rapport à une autre. Il assure qu'il

est possible de définir un processus d'équilibrage identique pour les deux dimensions, et donc indépendant de ces dernières.

En conclusion, un visiteur joueur possède un double profil, que les motivations élémentaires déterminées par [Yee, 2016] peuvent, semble-t-il, caractériser. Chaque profil comporte plusieurs tendances, de poids différents mais pour chaque profil, l'une d'entre elle possède un poids prépondérant par rapport aux autres (cf Figure 46). L'équilibrage s'effectue entre ces deux tendances majeures, en s'assurant que l'attente principale est satisfaite et que l'attente secondaire est bonne.

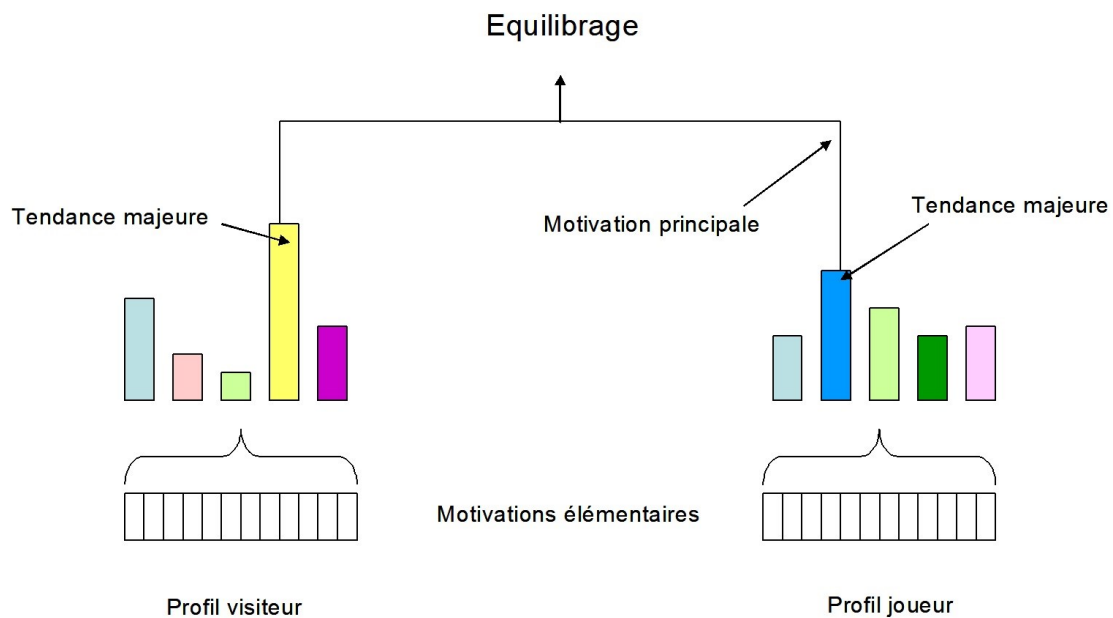


Figure 46: Notions de motivations élémentaires, tendances majeures et motivation principale

Cependant, si Sutter Widnet et Szilas montrent l'importance de la satisfaction de la motivation principale, et donc de l'attente principale, pour la qualité de l'expérience, elle n'en est pas l'unique cause. D'autres sources de l'expérience existent : les caractéristiques externes au visiteur-joueur, qui peuvent en modifier la qualité. Ce sont sur elles qu'un processus d'équilibrage peut s'appuyer.

L'objectif de cette thèse étant d'équilibrer le jeu sans modifier l'enchaînement des missions du scénario, le processus d'équilibrage repose sur la construction du jeu de visite en deux temps. Comme lorsque j'étais guide et que j'élaborai des parcours de visite, je propose de construire

le jeu par :

1. le choix d'un parcours associé aux profils de visiteur joueur détecté. Ce parcours est équilibré statiquement.
2. sa modulation dynamique en cours de jeu, en fonction des expériences vécues, déduites de son comportement de visiteur joueur.

Plus précisément, cela veut dire :

1. définir un parcours spécifique par profil de visiteur joueur, avant la session. Le jeu proposé est un jeu de visite, qui doit mettre en valeur les collections. Le type de visite, et donc le choix des œuvres ou des sites pertinents, est déterminé par les attentes de l'utilisateur dans son rôle de visiteur,
2. concevoir le jeu autour de ce choix initial en tenant compte des deux profils,
3. l'équilibrer statiquement,
4. ré-équilibrer dynamiquement les dimensions ludique et non ludique au sein de ce parcours si nécessaire, en tenant compte du rôle de l'expérience principale.

Ce rééquilibrage s'effectue sans modifier le scénario proprement dit, mais en agissant sur ses constituants. Comprendre quels sont ces constituants, comment ils interagissent et se combinent au sein de la mission et comment ils peuvent être modifiés pour équilibrer le jeu, tel sont les objectifs du prochain chapitre.

2 Modélisation d'un jeu de visite équilibrable

La modélisation de l'expérience du visiteur-joueur a montré que celle-ci se créait grâce à des composantes internes à celui-ci, conservées dans le profil, et grâce aux composantes externes que sont le jeu et le contexte du visiteur-joueur (cf Figure 45). Le chapitre précédent nous a permis de cataloguer les éléments du profil intervenant lors de la création de l'expérience. Ce chapitre va s'intéresser aux composantes externes.

Il ne s'agit pas ici de modéliser les interactions du visiteur-joueur avec le jeu, les écrans qu'il peut voir s'afficher sur son terminal, etc. mais de déterminer les constituants du jeu ou du contexte qui élaborent l'expérience.

Mon parti pris est de modéliser une session de jeu car elle permet de centrer l'étude sur le dispositif tel que le vit le visiteur-joueur. Je souhaite laisser la modélisation la plus ouverte possible afin que le modèle puisse être générique. Cependant, je souhaite également pouvoir étudier le fonctionnement du processus d'équilibrage par l'expérience, de façon assez précise. Des choix d'implémentation ont donc été faits :

- la modélisation est celle d'un jeu de progression ou de type hybride, c'est à dire mélange de jeu d'émergence et de progression [Juul, 2005]. Nous avons vu que les profils du visiteur-joueur nécessitent d'être validés régulièrement par les choix réalisés par celui-ci aux propositions effectuées par le système. Seuls les jeux de progression ou hybrides effectuent des propositions de missions régulières qui peuvent être autant de demande de validation implicites. Dans le cas d'un jeu d'émergence, comme les échecs ou PSM, toutes les propositions d'actions sont connues au préalable par le joueur qui choisit l'une d'entre elle au moment de jouer. Il n'y a donc pas de processus de recommandation.
- nous partons du principe que le système de recommandation propose plusieurs choix correspondant au profil supposé du visiteur-joueur. La pertinence de celui-ci est vérifiée par la sélection qu'en effectue le visiteur-joueur.
- le contexte peut proposer une mission au visiteur-joueur. Cette proposition peut interrompre la mission en cours ou pas. Dans le cadre de cette modélisation, il est décidé

que la mission en cours s'achèvera indépendamment des suggestions contextuelles. Celles-ci sont conservées par le système de jeu qui en informe le visiteur-joueur à la fin de la mission en cours en l'intégrant aux recommandations de la mission suivante.

- la vision du transmédia est uniquement abordée ici mais, comme il a été dit précédemment, n'est pas étudiée en profondeur.
- Comme nous l'avons précisé dans la conclusion du chapitre précédent, l'équilibrage s'effectuera sur le type prépondérant du profil de jeu et du profil de visite.

Ces préalables étant établis, je vais m'intéresser, dans un premier temps, au choix de la méthode de modélisation. Elle doit permettre d'explorer la structure interne du jeu mais également les aspects techniques de son architecture. Je me suis intéressée plus particulièrement aux méthodes orientées objet car en agrégeant les actions aux objets, la programmation objet construit des modules, manipulables et réutilisables par tout programmeur. Elle facilite également la maintenance. Par ailleurs, la conception de composants assure une évolution souple et aisée du logiciel, par ajout/suppression de composants [Hassine, 2005]. Cette maintenabilité et évolutivité sont des paramètres importants.

Il existe plusieurs méthodes de conception de logiciels, j'expliquerai mon choix de la méthode 2TUP et présenterai cette dernière dans le premier sous-chapitre. Le second sera consacré à la mise en œuvre de la méthode et donc à l'émergence du modèle et aux moyens techniques susceptible de le mettre en œuvre. Enfin, je conclurai sur le travail de recherche produit.

2.1 Choix et présentation de la méthode

Différentes méthodes de génie logiciel existent. Les premières : méthodes en cascade ou cycle en V ont l'inconvénient majeur de ne détecter les problèmes de conception que tardivement, obligeant à reprendre une grande partie de la conception de ce dernier.

Des méthodes plus récentes, dites incrémentales, prévoient des validations plus régulières dès le début du processus de conception, avec l'utilisateur et le client, de façon à pouvoir rectifier

les objectifs de conception très tôt. Parmi celles-ci, les méthodes agiles sont particulièrement intéressantes.

Viviane Gal et Alexandre Topol s'étaient intéressés à la méthodologie de conception de jeux pour plateformes mobiles [Gal and Topol, 2005]. Faisant un inventaire des différentes méthodes existantes, ils appréciaient les méthodes agiles pour :

- leur flexibilité car elles autorisent des validations rapides et des modifications en conséquences,
- leur adaptabilité admettant une gestion des risques optimisée en restant au plus près des remarques des utilisateurs
- et permettent d'augmenter la vitesse de développement.

Ils privilégiaient plus particulièrement la méthode 2TUP (2 Track Unified Process) conçue à partir de la méthode Unified Process (Processus Unifié) dont la généricité est un atout important pour des applications regroupant de nombreux métiers comme le sont les jeux. Elle assure de pouvoir cerner les besoins de chacun [Gal and Topol, 2005]. Elle constitue donc la première raison de mon choix.

La seconde est qu'elle permet de distinguer les axes fonctionnels et non fonctionnels du système final. Dans son livre "L'art du game design" [Schell, 2010], Jesse Schell propose de considérer le jeu comme une tétrade alliant :

- l'esthétique, qui comprend tout ce qui constitue l'interface avec le joueur,
- la narration, qui est l'histoire qui contextualise les actions du joueur,
- les mécaniques, qui comprennent les règles du jeu, les actions, les objets permettant la progression du jeu avec leurs attributs et leurs états, l'espace utilisé pour le jeu, les compétences demandées au joueur et la chance nécessaire pour réussir le jeu.
- et la technologie, importante dans le gameplay car elle conditionne l'interface du joueur dans le jeu et donc l'expérience qu'il peut en avoir.

Tous ces éléments sont en lien les uns avec les autres (cf. Figure 47).

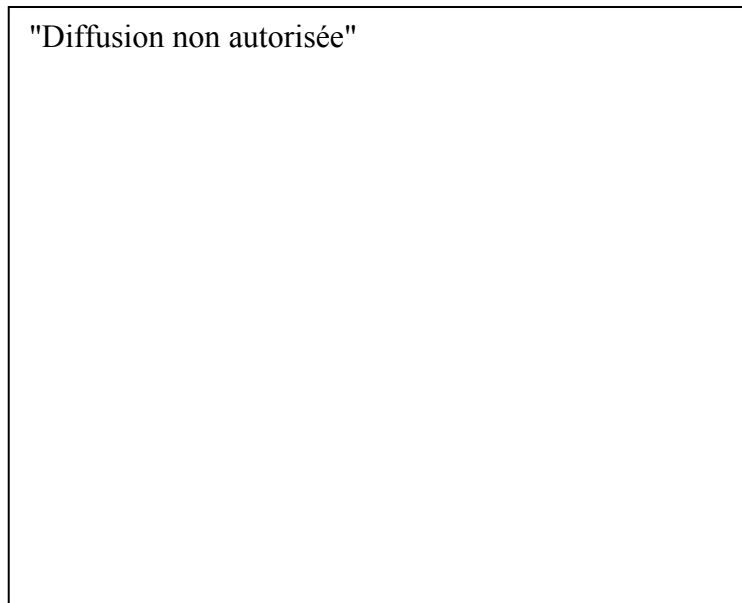


Figure 47 : Tétrade : modélisation du jeu [Schell, 2010]

Cette modélisation est relativement simple et intègre toutes les composantes d'un jeu, notamment la technologie qui est une dimension importante des jeux en mobilité et donc en particulier des jeux de visite mais aussi l'esthétique qui comprend tous les ressentis, impressions et sensations que les concepteurs veulent faire vivre aux joueurs [Hunicke et al., 2004] et donc l'expérience visée. Ainsi, Guardiola a utilisé les modèles psychologiques de la méthode de Holland pour définir les types d'activités présentées dans le "bac à sable" et l'esthétique de leur présentation [Guardiola, 2014]. L'esthétique modèle donc l'expérience. La technologie ne doit pas être une fin en soi, elle sert à mettre en œuvre les besoins fonctionnels du jeu. Elle ne doit pas être oubliée mais doit être considérée dans un second temps, lorsque les besoins fonctionnels sont définis.

La modélisation 2TUP satisfait tout à fait à cette prérogative. Elle comprend trois phases formant un Y (cf. Figure 48) ([Hassine, 2005], [Gal et Topol, 2005]). La barre de gauche correspond à la définition des besoins fonctionnels, c'est à dire des besoins métiers. Elle comprend :

- la capture des besoins fonctionnels délimite la frontière entre le système, vu comme une boîte noire, et son environnement, et définit les cas d'utilisations.

- l'analyse définit la structure interne du système satisfait les cas utilisateurs, en s'intéressant dans un premier temps à l'ensemble des possibilités offertes par les processus métiers puis en restreignant l'étude à ceux qui répondent aux besoins des utilisateurs.

La barre de droite détermine les besoins non fonctionnels, c'est à dire la recherche des besoins techniques. Elle se structure en deux phases la capture des besoins techniques et la spécification de l'architecture matérielle et logicielle. Elle structure les services techniques en composants logiciels délivrant une fonction précise.

Enfin, le barre centrale est l'intégration des deux approches pour la conception du système complet. En séparant les aspects "métiers" des aspects "techniques", la méthode 2TUP permet de considérer tour à tour ces deux aspects et d'enrichir l'un de la réflexion sur l'autre. C'est pourquoi cette méthode paraît particulièrement appropriée pour la conception des jeux.

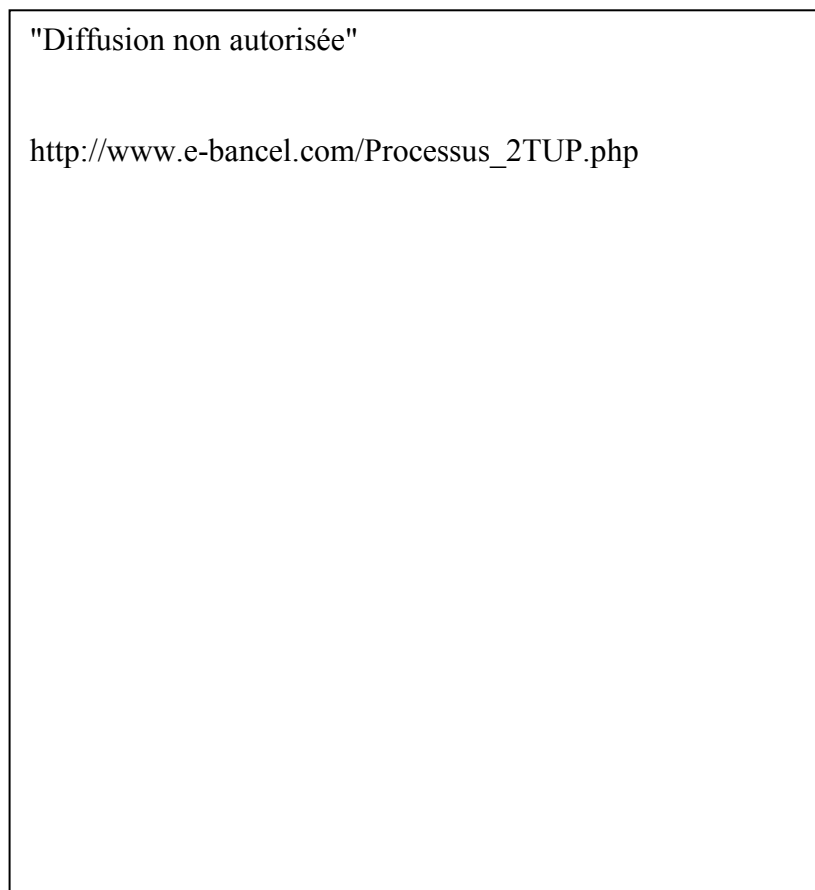


Figure 48 : Niveaux d'abstraction du processus en Y
[http://www.e-bancel.com/Processus_2TUP.php]

2.2 Etude de l'architecture logicielle d'un jeu de visite

La démarche de modélisation suivie est celle exposée dans le livre "*UML 2 en action, de l'analyse des besoins à la conception*" de Pascal Roques et Franck Vallée [Roques and Vallée, 2007], la méthode 2TUP utilisant UML (Unified Modeling Language). Elle comprend une étude préliminaire, suivie de la capture des besoins fonctionnels puis des besoins techniques avant de réaliser l'analyse fonctionnelle du système puis la conception générique. Le but de la thèse n'est pas la conception complète d'un jeu de visite, il s'agit ici de modéliser le jeu en cours d'exécution pour mettre en évidence les besoins du processus d'équilibrage. C'est pourquoi nous nous arrêterons à la définition de l'architecture matérielle et logicielle. Le processus de modélisation sera mis en œuvre en nous appuyant sur les différents projets présentés dans le chapitre précédent, sur notre connaissance de projets transmédia et sur l'étude de l'expérience du visiteur-joueur. Les différents projets de recherche auxquels j'ai participé apporteront également les cas d'usage auxquels le système doit répondre.

2.2.1 Etude préliminaire

Elle est constituée par la définition du cahier des charges, la recherche des acteurs, l'identification des messages et la modélisation du contexte, tous définis en fonction de l'utilisateur de l'application. Le processus analysé ici est le jeu tel qu'un visiteur peut le vivre, au moment de son exécution.

2.2.1.1 Le cahier des charges

Le *cahier des charges* se construit à partir des différents jeux réalisés au cours des projets de recherche auxquels j'ai participé mais en élargissant de façon à ne pas rester prisonniers de ces exemples.

Spéc 1 : L'application proposée au visiteur est un jeu

Le joueur participe à une session du jeu. Il y est soumis à des règles et progresse vers la fin du jeu en réalisant des missions, déterminées par des objectifs. Ces objectifs définissent les stratégies ludique et non ludique du jeu.

Chaque mission se termine par la validation d'une condition de fin, statuant sur la satisfaction ou non des objectifs.

Spéc 2 : Le jeu met en valeur les collections du musée

Il n'est pas question ici de construire un jeu sérieux qui contextualise du contenu à l'aide des objets du musée [Sanchez et Pierroux, 2015] mais bien de partir des objets pour construire une visite, sans volonté obligatoire d'apprentissage. Une visite au musée ne se comprend que parce que le visiteur a un intérêt dans ses collections, dans ses lieux.

Ces objets peuvent être :

- des expôts (PSM, PUPN, CULTE),
- des parties d'artefact (ARtSENSE),
- des lieux dans le musée (CULTE),

Spéc 3 : le jeu est un jeu de visite

Les missions proposées possèdent au moins un objectif ludique ou un objectif non ludique, comme le proposent les modélisations des jeux du projet PLUG.

Elles sont composées d'une activité associée à des ressources. Une activité est une proposition d'action faite au visiteur-joueur. Une ressource est tout élément sur lequel peut porter cette action ou qui peut aider à sa réalisation. Ce peut être :

- des points d'intérêt (ou PoI) : éléments informatifs réels ou virtuels localisés, comme les objets cités ci-dessus mais également, dans le cadre du jeu :
 - les autres joueurs (les autres visiteurs lors des échanges des cartes dans PSM)
 - les personnages non joueurs, comme dans le jeu *Magic Spell* [Bleumers et al., 2010],
 - des contenus de médiation localisés, comme les indices de Cartel ou les dépôts immatériels de CULTE,
 - des contenus partagés localisés, créés ou modifiables par les joueurs. Ils peuvent être modifiés, voire supprimés par les joueurs et leur objectif est également d'informer les autres joueurs.

- des contenus de médiation non localisés, conçus par les professionnels du musée. Dans PSM, les cartes virtuelles sont collectées et échangées avec les autres visiteurs. Ce sont des éléments qui informent le joueur, sont fournis par le jeu mais ne peuvent pas être modifiés,
- des contenus partagés non localisés, créés ou modifiables par les joueurs (cf. les indices de Cartel).
- des ressources acquises, mécaniques de jeu, gérées par le joueur qui peut les récolter ou les consommer. Elles sont fournies par le jeu ou sont le résultat de combinaisons de récompenses de moindre niveau (cf. cartes virtuelles de PSM, combo, connaissance d'une phénomène physique). Elles peuvent devenir à leur tour une ressource de jeu.

Spéc 4 : Le jeu procure une expérience adaptée au visiteur.

Les missions sont proposées en fonction du profil et du contexte du visiteur-joueur. Par exemple, les intentions du visiteur peuvent changer entre le moment où il est accompagné par un enfant et celui où cet enfant s'intéresse à autre chose et le visiteur continue sa progression seul. Elles peuvent également évoluer lorsque le visiteur rencontre une œuvre qui l'intrigue particulièrement ou qu'il lui est possible d'atteindre une récompense importante.

Le profil peut être défini grâce à :

- l'analyse des influences internes du joueur révélées par les interactions du joueur avec le jeu. Ces interactions peuvent être, par exemple, la rapidité de réponse du visiteur-joueur, les réponses apportées à un questionnaire, le toucher d'une ressource réelle.
- la réponse à un questionnaire initial,
- la validation des recommandations faites en cours de jeu (cf. ARtSENSE). Ces validation permettent de confirmer le profil associé au visiteur ou de le modifier le cas échéant.

Le profil tel que défini dans le chapitre sur l'expérience du visiteur-joueur comporte cinq parties :

- ses Caractéristiques démographiques,

- ses Aptitudes,
- sa Personnalité,
- ses Référentiels
- ses Anticipations

Le profil peut donc évoluer en cours de jeu et les activités proposées doivent en tenir compte.

Spéc 5 : Le jeu est pervasif.

Un jeu de visite est sensible au contexte. J'entends par contexte la valeur de l'environnement du joueur à un moment précis. Le contexte comporte cinq composantes :

- spatiale,
- temporelle,
- sociale,
- culturelle,
- mais aussi technologique, intégrée dans l'environnement physique du jeu.

La notion de pervasivité sous-tend deux principes :

- la rétroaction, c'est à dire qu'il existe une boucle d'action et de rétroaction entre le jeu et le contexte du jeu.
- l'extension du cercle magique constitué des dimensions spatiales, temporelle et sociale du contexte [Montola, 2005].

Spéc 5.1 : Le jeu possède une boucle de rétroaction.

Il réagit aux événements de l'environnement du joueur comme la localisation du joueur ou la rencontre d'autres personnes. Dans le jeu "PLUG, Les secrets du Musée" (PSM), les quiz n'étaient disponibles que lorsque le joueur posait sur une borne la carte à l'effigie de l'objet représenté sur la borne. Dans le projet ARtSENSE, le volume sonore de l'application était immédiatement diminué si la présence d'une personne était détectée à

côté du visiteur.

Mais il peut également agir sur cet environnement. Les joueurs de PSM écrivaient dans les RFIDs des bornes du musée, ceux de Cartel dans les contenus informatifs du jeu, modifiant le contexte du jeu pour eux-mêmes mais également pour les autres joueurs. Dans PUPN, le Maître du jeu pouvait envoyer des Personnages Non Joueurs (PNJ) pour immerger le joueur de nouveau dans le jeu.

Spéc 5.2 : Le cercle magique est étendu spatialement, temporellement et socialement.

Un jeu de visite s'appuie fortement sur la dimension spatiale du jeu, qui peut être réelle ou virtuelle. Le jeu intègre la dimension réelle de l'espace :

- par la localisation car il est important que les activités du jeu se réalisent à côté des objets, pour faire découvrir les collections aux joueurs. Cette dimension spatiale existe chez Schell mais elle est intégrée dans les mécaniques du jeu car, pour lui, elle "définit les différents endroits qui peuvent exister dans le jeu, et comment ces endroits sont reliés les uns aux autres". Le musée constitue un immense plateau de jeu et définit donc éventuellement des contraintes au déplacement du joueur. Il est également un élément du contexte, comme éléments de l'espace réel influençant le jeu.
- par la psychogéographie [Davies, 2007] : l'atmosphère du musée y contribue fortement.

Sa dimension virtuelle peut être associée :

- au déplacement du visiteur
- ou à ses actions,

tous deux le faisant progresser dans un monde virtuel. Dans le jeu *Soundpark*⁷⁴ [Pellerin et al., 2009], les évolutions des joueurs dans le parc Jeanne Mance de Montreal provoquaient le déplacement de leur artefact dans un monde imaginaire afin de récolter des instruments de musique pour constituer un orchestre. C'est un aspect qui ne sera pas considéré dans cette modélisation.

⁷⁴ <https://vimeo.com/76496082>

L'extension de la dimension temporelle est réalisée :

- grâce au caractère transmédia du musée. Celui-ci possède un univers historique composé de l'histoire et des différentes narrations associées aux objets de la collection et au lieu, reliant passé, présent et futur, notamment pour les centres de sciences. Le jeu se trouve donc intégré dans cet univers riche, extension possible de celui du jeu,
- sous la forme des pré- et post- visites qui permettent de jouer en amont et en aval de la visite (CULTE), dans des lieux physiquement différents (hors les murs, CULTE) ou virtuels (CULTE), avec des personnes participants à la même session ou non (Cartel et ses indices participatifs). Dans ce cas, les ressources et gains du jeu sont donc susceptibles d'être partagés entre joueurs d'une même session et utilisés dans les différents volets du jeu (cf. Figure 49). Un système de login/mot de passe permet alors de reconnaître un joueur et de lui associer ses sessions aux différents volets transmédia.

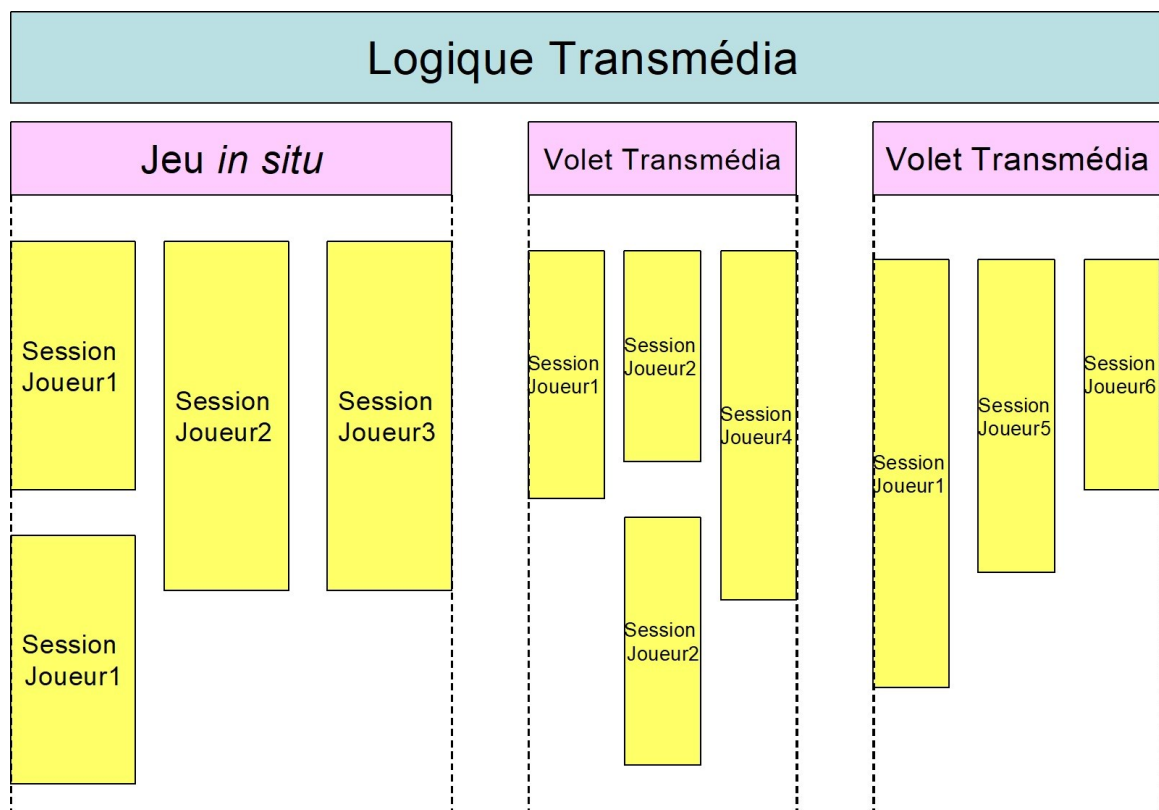


Figure 49 : Présentation de la logique transmédia dans laquelle s'insère le jeu de visite (ou jeu in situ)

La dimension sociale inclut :

- les personnes physiquement près du joueur avec la prise en compte éventuelle de la relation avec le groupe auquel le joueur appartient.
- comme celles qui sont distantes mais qui peuvent influencer le visiteur-joueur :
 - soit de façon individuelle : dans l'étude *Jogging over a distance*, des coureurs s'entraînaient à distance. Afin de conserver le caractère social de l'exercice, ils étaient reliés par des écouteurs et un microphone. Lors d'une séance, un des coureurs a dit avoir éprouvé de l'empathie pour son partenaire parce qu'il entendait son souffle rauque. Il en avait conclu qu'il peinait et avait donc proposé de diminuer le rythme de la course [Mueller et al., 2010].
 - soit de façon collective avec les réseaux sociaux numériques (RSN). Par exemple *Foursquare*⁷⁵, s'appuie sur les "amis" du joueur, distants, pour organiser des compétitions amicales. Ils peuvent être sollicités également lors d'un travail participatif (jeu *Ghost* du Smithsonian [Goodlander, 2009])

La dimension sociale du jeu ne sera pas prise en compte dans la modélisation que je vous propose dans cette thèse, c'est plutôt une dimension à traiter dans des perspectives de ce travail de recherche.

Spéc 6 : Le jeu est réutilisable

Spéc 6.1 : Le jeu est rejouable immédiatement

Les conditions pour la rejouabilité à court terme sont une richesse de contenu et une modification dynamique du parcours. Les conclusions précédentes ont permis de montrer que ces deux points pouvaient être réalisés :

- grâce à l'utilisation d'actions génériques et de contenus typés, permettant de multiples recombinaisons (PUPN).
- grâce à un éditeur intégré permettant l'intégration immédiate de certaines ressources nécessaires au jeu (indices participatifs de Cartel).

⁷⁵ www.foursquare.com

Spéc 6.2 : Le jeu est rejouable à long terme

Pour assurer sa réutilisation, le jeu doit pouvoir être extensible, c'est à dire qu'il est possible d'y intégrer un nouveau contenu et son architecture technique est évolutive.

Spéc 7 : Le jeu est techniquement transparent.

La technique peut être visible et présente, comme dans PSM, mais elle ne doit pas être vécue comme un problème ou un obstacle. Les problèmes techniques rencontrés sur PSM et PUPN, le manque de fluidité épinglé par les joueurs de CULTE, montrent qu'ils conduisent invariablement et inexorablement à une perte de l'immersion du joueur. Notamment :

- le joueur doit bénéficier d'une connectivité maximale pour accéder aux informations nécessaires à sa progression au sein du jeu,
- les changements éventuels de connectivité doivent être sans couture, c'est à dire doivent s'effectuer de façon non visible pour l'utilisateur,
- et la batterie du terminal mobile client sera ménagée autant que de possible, afin de ne pas dégrader l'expérience de visite voire provoquer une frustration en cas d'arrêt du terminal faute d'énergie.

Spéc 8 : le jeu est équilibré dynamiquement.

L'équilibre du jeu est estimé grâce à l'évaluation de l'expérience du visiteur-joueur au cours des missions. L'adaptation dynamique nécessaire au rééquilibrage s'effectue en fin de chaque mission, s'il y a lieu.

Spéc 9 : l'expérience est déduite du comportement du joueur.

Le jeu construit l'expérience par l'analyse des interactions et du comportement du visiteur-joueur avec et vis à vis des dispositifs muséaux ou ludiques proposés, confirmés régulièrement par les recommandations effectuées.

2.2.1.2 Les acteurs

Les acteurs sont les éléments hors du système qui interagissent avec lui (cf. Figure 50) :

- les joueurs des différents profils. Pour l'étude de l'architecture du jeu de visite, l'important est leur existence, et non ce qu'ils sont. Je ne m'intéresserai pas ici à la conception des contenus ou à la définition des actions en fonction de ces profils. C'est pourquoi, je ne définirai qu'un seul acteur, un acteur logique, pour l'ensemble des profils, qui est le *visiteur-joueur*. C'est l'acteur principal du jeu.
- les capteurs qui apportent au jeu des informations sur l'état des objets physiques utiles au jeu et peuvent modifier des données internes du jeu, comme la localisation, par exemple,
- les actionneurs sur lesquels le jeu peut agir pour modifier le contexte du joueur,
- les autres éléments de la logique transmédia, hors du jeu de visite, qui participent à sa progression ou qui peuvent dépendre de ses résultats.
- les bases de données (BD) constituant le support du système d'information, conservent les données du jeu dont l'état du jeu ou les informations en provenance des capteurs. Le jeu de visite est intégré au sein d'une logique transmédia (Spéc 5). Certaines de ses données, ressources, gain, sont communes aux différents volets de la logique. La base de données les conservant est donc externe à chacun des volets et donc, en particulier, au jeu de visite.

Un analyseur de données est nécessaire pour recueillir les informations en provenance du jeu, comme les indicateurs du comportement du visiteur-joueur, et leur donner un sens. Il peut être soit interne au système de jeu, soit externe à celui-ci s'il est commun, par exemple, à plusieurs volets transmédia. Il retourne les résultats de son analyse au système de jeu ou les conserve dans la base de données. Selon la méthode 2TUP, seules les relations avec le système de jeu sont à considérer dans cette phase de la modélisation.

Des objets connectés⁷⁶, tels les téléphones portables, peuvent transmettre des informations au visiteur en dehors de toute interaction avec le système (accès Internet pour trouver des compléments d'information, par exemple). Ils ne sont pas considérés comme des acteurs car ils n'interagissent pas avec le jeu mais avec le visiteur-joueur. Ils ne sont donc pas pris en considération dans cette étude.

⁷⁶ Les objets connectés ici prennent une acception assez large et vont du terminal mobile aux dispositifs interactifs communicants disposés dans le musée.

Les technologies de communication comme la WiFi ou la 3G ou 4G, ne sont pas non plus considérés comme des acteurs mais comme des outils permettant la mise en relation entre deux systèmes ou entre des composantes internes au jeu. Ils sont considérés dans l'étude non fonctionnelle. Cependant, les capteurs tels les RFID qui modifient les ressources internes du jeu sont des acteurs.

L'utilisateur, profil, modèle, typologie ou persona ?

Dans notre cas, l'utilisateur est le visiteur-joueur. C'est pour lui que le jeu est conçu et doit être équilibré. Il est modélisé dès la conception du jeu et l'existence de sa représentation et sa mise à jour dynamique en permet l'équilibrage.

Il existe une large palette de mots pour désigner l'ensemble des caractéristiques d'un visiteur ou d'un joueur. Ceux qui reviennent le plus souvent sont "profil" et "modèle". La différenciation entre ces deux termes repose :

- sur le niveau d'abstraction de la description du joueur ou du visiteur. Ainsi, Daniela Petrelli spécifie que le modèle est un ensemble de données brutes qui évoluent durant la visite [Petrelli, 1999], autrement dit, le modèle contient les valeurs d'un ensemble de caractéristiques déterminant un individu. Pour d'autres, le modèle est l'ensemble des caractéristiques d'un visiteur dont une instanciation avec des valeurs particulières, issues d'un persona ou d'un questionnaire préalable, constitue un profil [Vayanou et al., 2014] [Roussou et al., 2013]. C'est cette dernière définition qui est donnée par [Graziola et al., 2011] et [Bakkes et al., 2012] pour les jeux : le modèle est une description abstraite du comportement du joueur dans l'environnement du jeu [Bakkes et al., 2012].
- ou sur la dynamique de la constitution de ces représentations [Yannakakis et al., 2013]. Dans cet article, le profilage y est défini comme une classification du joueur selon des informations statiques qui ne sont pas modifiées durant le jeu, tandis que le modelage est une spécification dynamique obtenue à partir des interactions d'un joueur humain avec le jeu⁷⁷.

⁷⁷ Yannakakis et al. : "The former [Player modeling] refers to modeling complex dynamic phenomena during gameplay interaction, whereas the latter [player profiling] refers to the categorization of players based on static

- ou sur les intentions de jeu, respectivement de visite ([Bartle, 1996], resp. [Falk, 2012]).

En informatique, la modélisation de processus informatiques possède un sens particulier. Les méthodes telles que UML (Unified Modeling Language) ou BPMN (Business Process Model and Notation), définissent le modèle comme un cadre générique de description d'un système, permettant de comprendre l'évolution de celui-ci dans le temps ou les relations existants entre les différents sous-systèmes.

Parmi ces différentes propositions, il nous faut faire un choix. Travaillant avec l'objectif de créer un système adaptatif, la définition donnée par UML ou BPMN correspond le mieux à mes besoins. Elle permet de spécifier de façon générale le visiteur-joueur et d'utiliser cette représentation pour mémoriser l'évolution de ses caractéristiques durant le jeu de médiation. Elle est donc équivalente aux notions les plus récentes de modèle s'appuyant sur la notion d'abstraction. C'est également la seule définition commune aux deux communautés du jeu [Bakkes et al., 2012] et des visites [Vayanou et al., 2014], [Roussou et al., 2013]. De façon précise, je définirai donc :

- le *modèle*, comme un ensemble de caractéristiques du joueur, regroupés en ensembles thématiquement homogènes,
- le *profil*, comme une instanciation de ce modèle avec des valeurs concrètes, évoluant ou non au cours du temps en fonction des interactions du visiteur-joueur avec les œuvres, les choix proposés par le dispositif d'interaction et son comportement de visite,
- une *typologie*, une classification de profils selon une ou plusieurs de ses caractéristiques,
- un *persona*, un stéréotype de profils conçu à partir des grandes tendances des caractéristiques.

Le modèle est divisé en deux types de variables : les variables inhérentes au joueur et les variables de comportement dans le jeu. Ainsi, le projet CHESS proposait les variables inhérentes suivantes [Roussou et al., 2013] :

- les variables démographiques (âge, genre, origine, langue),

information that does not alter during gameplay — that includes personality, cultural background, gender and age"

- les compétences et expériences (niveau d'éducation, profession, expérience des dispositifs numériques),
- de possibles handicaps,
- les centres d'intérêt (en général mais aussi pour le musée),
- les spécificités des visites (temps de visite, primo-visiteur ou pas),
- les préférences en lien avec la visite (le style de visite, les œuvres vues, le style de narration préférée, le niveau d'interaction préférée, etc.),
- le but de la visite au musée (se relaxer, apprendre, disponibilité),

et les variables marquant les comportements et les événements suivants [Vayanou et al., 2014]:

- manquer une activité,
- finir une activité,
- ne rien choisir dans le menu,
- faire un choix dans le menu,
- la location du visiteur,
- les mouvements du visiteur,
- le temps de réalisation de l'activité.

2.2.1.3 Les messages

Les *messages* permettent de faire circuler l'information entre le système de jeu et les différents acteurs afin de provoquer un traitement, en réaction, de la part du récepteur du message.

Le système représenté ici est le jeu dans son ensemble. Il comprend notamment le système client utilisé par le joueur pour lui permettre d'interagir avec le jeu et, par exemple, de saisir les réponses aux énigmes posées. Dans ces conditions, les messages existant entre les différents acteurs interagissant avec le système de jeu sont les suivants (cf. Tableau 6 et Figure 50) :

Joueur vers jeu	Jeu vers joueur
Envoi de données : éléments de connexion, réponses comme dans PUPN ou CULTE, tags comme dans Cartel,	Retour sur les saisies
Choix d'une mission ou d'éléments de jeu (par exemple, échange d'objets virtuels comme les cartes virtuelles de PSM),	Proposition de missions
Demande de connexion avec un autre volet transmédia	Notification de déconnexion
Demande de coopération avec un autre joueur	Demande de coopération d'un autre joueur
Demande de visualisation de l'état du jeu	Notification de changement d'état du jeu
Capteur vers jeu	Jeu vers capteur
Notification d'un changement d'état du monde physique, comme la localisation ou les données biophysiques.	Activation ou désactivation du capteur, configuration.
Actionneur vers jeu	Jeu vers actionneur
Succès ou échec de l'action	Modification de l'état de l'actionneur
Volet transmédia vers jeu	Jeu vers volet transmédia
Notification de déconnexion	Demande de connexion au volet transmédia
BD vers jeu	Jeu vers BD
Notification de vecteur d'état global du jeu	Notification de l'état du jeu
Réponse à la demande de profil	Demande d'élément de profil de joueur
Réponse à la demande de données de session	Demande de données de session de jeu
Réponse à la demande de données de configuration	Demande de données de configuration
<i>Jeu vers analyste</i> ⁷⁸	<i>Analyste vers jeu</i>
<i>Envoi de données suite aux événements du jeu (choix du joueur, déplacement, données physiologiques, par exemple)</i>	<i>Résultat de l'analyse, par exemple : type du profil de visiteur-joueur, émotion exprimée, expérience vécue.</i>

Tableau 6 : Liste des messages entre les différents acteurs du jeu

2.2.1.4 Modélisation du contexte dynamique du système

L'ensemble des éléments de la modélisation (acteurs, messages) sont repris dans le schéma du modèle du contexte dynamique du système (cf Figure 50).

⁷⁸ Ces cases sont en italiques pour indiquer qu'elles n'apparaissent dans le tableau que si l'analyste de données est externe au jeu.

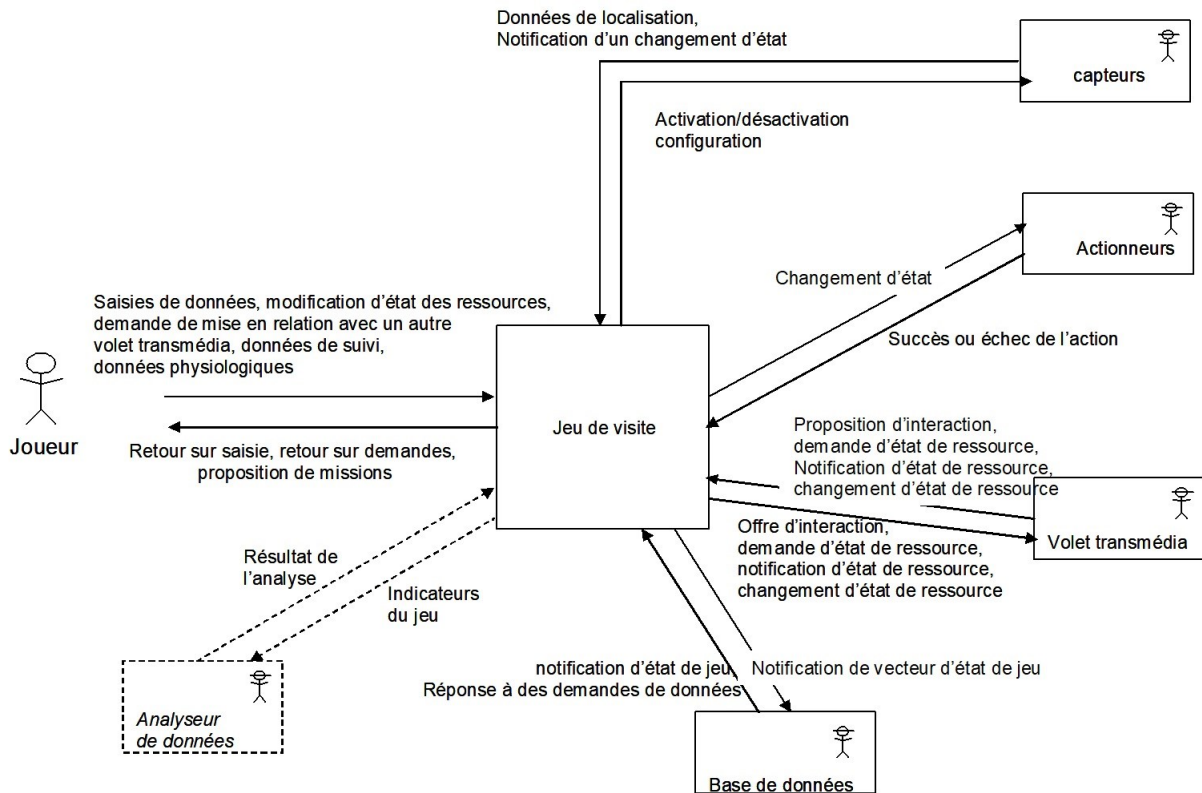


Figure 50 : Schéma de contexte dynamique du jeu de visite dans un musée

2.2.2 La capture des besoins fonctionnels

La capture des besoins fonctionnels débute par la définition des cas d'utilisation du système puis continue par leur description, leur organisation et la recherche des classes candidates à la modélisation. Les différentes expérimentations nous indiquent plusieurs cas d'usage possibles. Le but est de modéliser les éléments du jeu liés à la pervasivité du jeu et à son caractère transmédia. J'ai donc :

- volontairement réduit le nombre de cas d'utilisation et regroupé certains afin de permettre une lecture plus condensée.
- considéré que le système d'analyse était partie intégrante du système de jeu. Il sera présenté lors des études de cas dynamiques (cf 0)

L'analyse du Tableau 6 permet de définir 4 cas d'utilisation, répertoriés dans le Tableau 7 ci-dessous :

N°	Cas d'utilisation	Acteurs	Messages émis/reçus par les acteurs
1	Démarrer une session	Joueur	Emet : identifiants de connexion, caractéristiques du joueur Reçoit : demande de caractéristiques
		Base de données	Reçoit : demande de configuration, de profil du joueur, d'état du jeu Emet : réponses aux demandes précédentes
2	Choisir une mission	Joueur	Reçoit : un ensemble de missions, Emet : sa sélection,
3	Réaliser une mission	Joueur	Reçoit : <ul style="list-style-type: none"> • la mission, • l'état global du jeu, • les ressources demandées par le joueur à un autre joueur, • des données en provenance du contexte • un message indiquant la fin de la mission, • un message indiquant la validation du résultat, • éventuellement, un message de fin Emet : <ul style="list-style-type: none"> • nouvel état du jeu, • une demande d'état global du jeu • une demande de collaboration, • une demande de données au contexte • des ressources demandées par à un autre joueur, • le résultat de la mission, • éventuellement : <ul style="list-style-type: none"> ○ une demande d'ouverture d'une session transmédia ○ une demande de fermeture du volet transmédia
		Volet transmédia	Reçoit : ouverture de session, Emet : fin de session volet transmédia
		Base de données	Emet : le vecteur d'état global du jeu Reçoit : notification d'état de variables locale du jeu
		Actionneurs	Reçoit : notification de modifier son état
4	Arrêter la session	Joueur	Emet : une demande de fin de session Reçoit : un message de fin de jeu
		Base de données	Reçoit : des messages pour l'archivage du profil du VJ, des missions effectuées et de l'état local du jeu au moment de l'arrêt

Tableau 7 : Liste des acteurs et des messages par cas d'utilisation

Ces 4 cas sont décrits succinctement ci-après :

Cas d'utilisation 1 : Démarrer une session (Visiteur-Joueur, Base de données)

Intention : s'authentifier auprès du système pour pouvoir être reconnu

Actions du joueur :

- entrer les identifiants de session
- donner des éléments de profil
- recevoir une demande d'éléments de profil

Actions de la base de données:

- répondre aux demandes d'état global, de configuration du jeu et de profil du visiteur-joueur
- recevoir de nouveaux éléments de profil

Cas d'utilisation 2 : Choisir une mission (Visiteur-Joueur)

Intention : choisir la prochaine mission à effectuer parmi un ensemble de plusieurs missions

Actions :

- lire la mission choisie
- sélectionner la mission choisie

Cas d'utilisation 3 :

Réaliser une mission (Visiteur-Joueur)

Intention : mener à bien la mission reçue du système.

Actions :

- consulter l'état du jeu pour choisir quelle stratégie adopter
- collaborer avec un autre joueur
- réaliser la mission soit dans le jeu de visite, soit dans un autre volet transmédia
- valider le résultat
- fermer éventuellement la session transmédia

Mettre à jour l'état global (Base de données)

Intention : Maintenir un état global du jeu

Actions : communiquer à la base de données les nouveaux état des ressources utilisées au cours de la mission

Envoyer l'état global du jeu (Base de données)

Intention : Permettre au visiteur-joueur de choisir une stratégie en fonction de l'état global du jeu

Actions : publier un changement d'état des variables d'état locales du jeu.

Modifier l'environnement physique du jeu (Actionneurs)

Intention : modifier le contexte du visiteur-joueur suite à une action de celui-ci dans le jeu.

Actions : modifier l'état de l'actionneur

Cas d'utilisation 4 : Arrêter une session (Visiteur-Joueur, Base de données)

Intention : demander l'arrêt de la session

Actions du joueur :

- demander à quitter le jeu

Actions de la BD :

- recevoir et sauvegarder les données du profil, des missions réalisées et de l'état local de la session du jeu au moment de l'arrêt

Afin d'avoir une vision plus précise de chacun d'eux, de connaître leur interrelation et de commencer à spécifier les premières classes du modèle, la méthode 2TUP prévoit l'étude de chacun des cas d'utilisation. Celle-ci est présentée en détail dans l'Annexe de ce document. Elle a conduit à la définition du modèle suivant (cf Figure 51) où les différentes classes (présentées en gras entre parenthèses) satisfont aux définitions et aux responsabilités décrites ci-dessous.

Le jeu de visite (**JeuVisiteTransmédia**) est un des volets d'une logique transmédia (**LogiqueTransmédia**). Celle-ci comprend plusieurs volets transmédia (**VoletTransmédia**) dont un est le jeu que nous étudions (**JeuVisiteTransmédia**) (cf Figure 49). Chaque volet transmédia maintient un état (**EtatVoletTransmédia**), appelé **EtatJeu** pour le jeu de visite. La logique transmédia maintient un état global (**EtatGlobal**). La fin du jeu est déterminée par la véracité d'un prédicat, définissant la condition de fin du jeu (**condFinJeu**).

La visite (**Visite**) s'effectue au sein d'un musée (**Musée**). Le visiteur-joueur peut être accompagné par d'autres visiteurs (**Visiteur**), éventuellement visiteurs-joueurs (**ProfilVisiteurJoueur**). Un profil de joueur peut être complet, en cours de construction, peuplé par défaut, en cours de modification. un visiteur est toujours localisé (**Localisation**).

Une session (**Session**) est la durée du jeu pendant une visite (**Visite**). Elle peut posséder les états suivants : ouverte, fermée, suspendue et achevée. Elle s'initialise avec les informations préalablement conservées (**ArchivesMissions**) et les données de configuration du jeu lui-

même (**Configuration**).

Le visiteur-joueur s'authentifie par un compte (**Compte**) qui lui permet d'accéder à l'ensemble de ses sessions. Il possède un profil (**ProfilVisiteurJoueur**) défini selon la Spéc 4 (cf 0), transverse à l'ensemble des volets transmédia.

Une mission (**Mission**) est un défi proposé par le jeu grâce à une liste de recommandation (**ListeRecommandation**). A un instant donné, une seule mission est en cours. Elle comprend un ou plusieurs objectifs (**Objectif**) (Spec 3) et des acquis (**Acquis**). Elle peut se décomposer en un ensemble de missions, chacune possédant leurs propres objectifs. Dans ce cas, la première est dite mission "mère", les autres sont les missions "filles". Une mission mère s'achève lorsqu'une ou plusieurs des missions filles sont achevées, selon le résultat associé à son objectif.

L'objectif (**Objectif**) est associé à une ou plusieurs ressources (**Ressource**) du jeu ou du contexte du visiteur-joueur, comme un actionneur (**Actuateur**). L'objectif est atteint lorsque son prédicat **résultat** est vrai. Ce prédicat exprime la condition de fin de mission.

Une ressource (**Ressource**) est un élément matériel ou immatériel susceptible d'être utilisé par le visiteur- joueur pour atteindre son objectif. Une même ressource peut être utilisée pour plusieurs objectifs. Elle peut posséder un protocole de présentation particulier. Elles peuvent contenir d'autres ressources.

Un actionneur (**Actuateur**) est un objet connecté localisé (**Localisation**) dont un état peut être modifié par le jeu.

Les acquis (**Acquits**) sont les bénéfices que le visiteur-joueur peut espérer de la réalisation de la mission :

1. ressource acquise (**RessourceAcquise**) : ressource pouvant être utilisée ultérieurement. Elle se conserve dans un magasin (**Magasin**),
2. enrichissement (**Enrichissement**) : nouvelle connaissance ludique ou non ludique qui complète le profil du visiteur-joueur. Elle met à jour le Référentiel [Schmitt, 2012] (**Référentiel**) du profil du visiteur-joueur. Selon la nature de l'enrichissement, c'est le Référentiel de jeu (**RéférentielJeu**) ou le Référentiel de visite (**RéférentielVisite**) qui sera modifié,
3. gain (**Gain**) , objet valué non réutilisé dans le jeu. Il permet d'augmenter la valeur du score (**Score**).

Responsabilités :

- JeuVisiteTransmédia :
 - possède une condition de fin de jeu
- EtatJeu :
 - connaît l'état des ressources nécessaires à la progression du visiteur-joueur
- ProfilVisiteurJoueur :
 - connaît l'identifiant le visiteur-joueur
 - connaît les sessions de volets transmédia qu'il a déjà ouvertes
 - sait s'il est complet
 - connaît sa disponibilité
- Session :
 - connaît son état (à ouvrir, ouverte, fermée, suspendue et achevée)
 - connaît l'état du jeu
 - gère la liste de recommandation proposée au visiteur-joueur
 - gère les archives des missions achevées
- ArchiveMission
 - conserve la mission, son contexte de réalisation et les acquis

- Mission :
 - connaît et mémorise la durée de la mission
 - connaît les acquis associés
 - connaît l'objectif à présenter au visiteur-joueur
- ListeRecommandation :
 - donne l'ensemble des missions suivantes possibles
- Objectif
 - connaît les résultats attendus
 - connaît les ressources nécessaires pour atteindre le résultat
- Ressource :
 - connaît ses caractéristiques (disponibilité, type)
 - possède un protocole de mise en valeur
- Actuateur
 - modifie son état en fonction des messages reçus du système
- Acquis
 - connaît ses caractéristiques : gain, ressource acquise ou enrichissement
- RessourceAcquise
 - connaît son état, : acquise/non acquise
 - possède un lien vers le magasin où elle doit être conservée.
- Enrichissement
 - connaît son état : acquise/non acquise
 - connaît dans quel référentiel du profil il doit être conservé
- Gain
 - connaît ses caractéristiques (valeurs, état)
 - connaît le score auquel il est associé

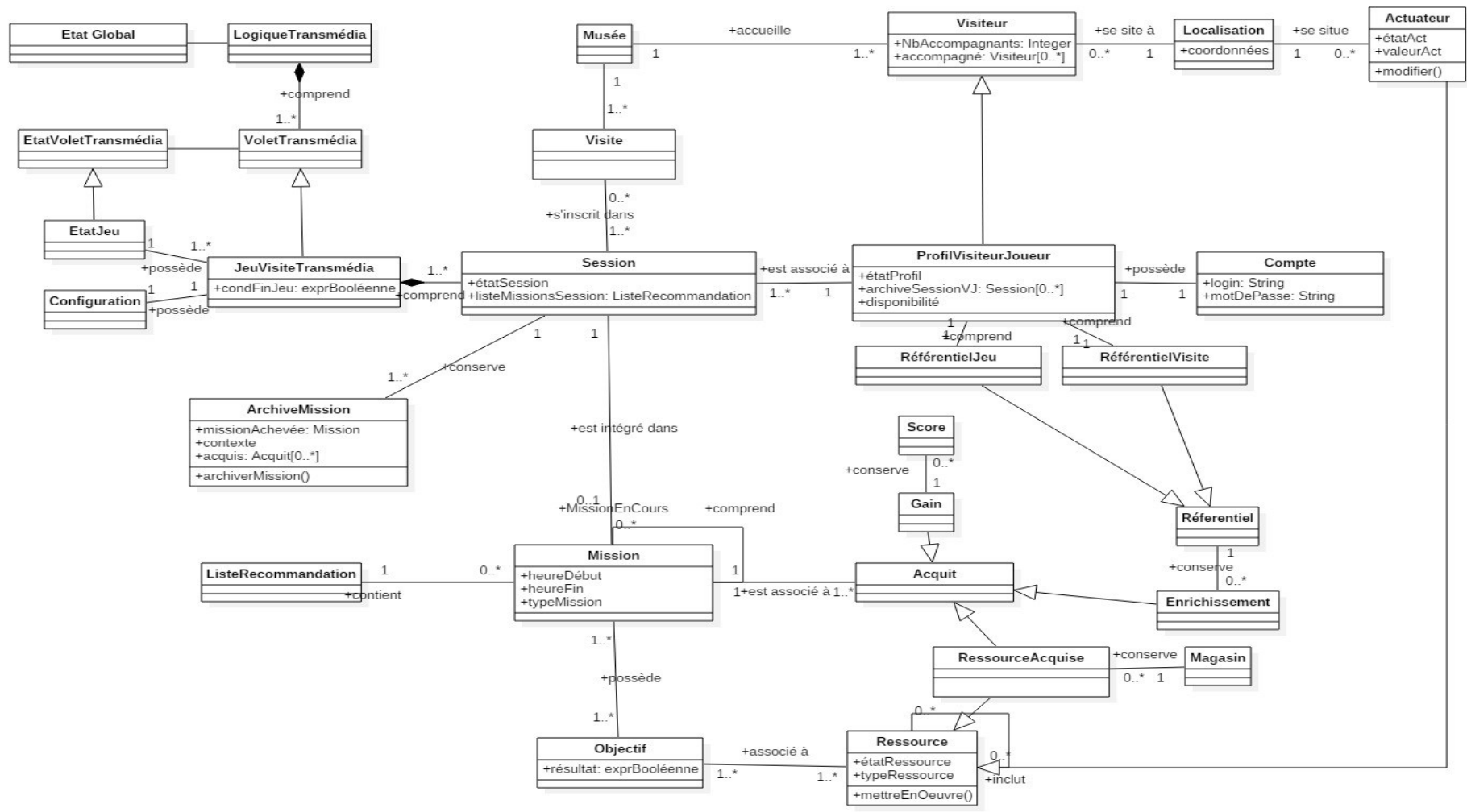


Figure 51 : Modèle issu de la capture des besoins fonctionnels

2.2.3 La capture des besoins non fonctionnels

Il est possible de dresser un panorama des moyens techniques actuellement disponibles à partir des projets auxquels j'ai participé et d'une veille sur les moyens techniques utilisés pour permettre une médiation numérique, au sein des musées, pour des visiteurs en autonomie.

2.2.3.1 Besoins non fonctionnels

2.2.3.1.1 Les terminaux des visiteurs-joueurs

Les plateformes matérielles utilisées dans le cadre des différents projets relatés se fondent sur des téléphones portables et le plus souvent des smartphones. Le choix est lié à l'importance de l'image et de sa qualité pour représenter l'œuvre abordée par le visiteur. Les tablettes sont plus encombrantes mais offrent une plus grande zone d'interaction et donc des menus plus lisibles et moins contraints (projet Cartel).

Quelle que soit la plateforme choisie, elle doit proposer un système de communication intégré, que ce soit un réseau sans fil comme la 3G ou 4G, le WiFi, le Bluetooth, voire du Zigbee ou un système de pair à pair comme le NFC, afin de pouvoir :

- construire un état global du jeu à partir d'états locaux,
- accéder à des contenus complémentaires ou à d'autres volets de la logique transmédia si nécessaire.

Le choix des plateformes doit également tenir compte de la consommation énergétique de l'application. Un système avec une grande autonomie peut permettre une meilleure et plus importante connectivité, ainsi que des traitements locaux plus lourds, que des plateformes avec des batteries moins performantes.

2.2.3.1.2 Les techniques de localisation

La géolocalisation du visiteur-joueur est un point important de l'application puisqu'elle doit être sensible à son contexte pour proposer une activité ou une explication pertinente en relation avec l'environnement du joueur. Plusieurs systèmes de géolocalisation ont été présentés dans le cadre de cette thèse :

- le NFC (PLUG, Cartel),
- le WiFi (PLUG),
- tout type de localisation GSM comme la 3G (PLUG)
- le e-Beacon (CULTE)
- et la reconnaissance d'images (ARtSENSE, CULTE).

D'autres existent, comme

- la technologie infrarouge,
- le GPS, pour les visites extérieures,
- le Li-Fi, qui communique les données via un signal lumineux situé⁷⁹,
- tout réseau maillé sans fil connectant en pair à pair, tel le Zigbee, qui constitue un système de localisation. Le joueur y est situé par rapport aux différents nœuds du réseau, par exemple, par triangulation.

Tous ont leur atouts et leur inconvénients. De façon générale, les technologies sans fil (ZigBee, WiFi, e-Beacon) sont sensibles à la présence des vitrines, du métal et des corps des visiteurs. Elles pèchent donc par un manque de fiabilité, à moins de quadriller de façon importante les lieux, ce qui n'est pas toujours possible pour les bâtiments historiques. Le NFC possède l'avantage de disposer d'une mémoire qui peut être écrite et lue. Il offre ainsi plus de souplesse dans la conception des jeux. Mais il oblige le visiteur à s'approcher de l'étiquette pour accéder à son contenu, le détournant temporairement de l'œuvre.

Le choix de la technique de localisation est aussi fonction de la précision souhaitée, aux capacités de traitement du terminal et aux conditions environnementales. Ainsi, dans CULTE, la faible luminosité au sein de l'exposition permanente a empêché l'utilisation de la reconnaissance d'image car les terminaux ne possédaient pas assez de lumières pour reconnaître les objets. Dans ARtSENSE, le joueur était localisé grâce à la reconnaissance de la scène devant laquelle il se trouvait. La détermination de son orientation par rapport à celle-ci était primordiale car l'image captée devait correspondre à celle servant de référentiel.

⁷⁹ <http://www.club-innovation-culture.fr/musee-francais-carte-issy-lifi-guide-visite/>

Quelque soit le procédé utilisé, le système de référencement des contenus d'information, des activités du jeu en lien avec un PoI⁸⁰, des PoI eux-mêmes, doit inclure une localisation associée à un référentiel. Dans le cadre d'un jeu pervasif où un objet peut être localisé à fois dans un repère physique et dans un repère virtuel, elle doit aussi s'accompagner d'une référence au système de représentation à utiliser pour la décoder.

2.2.3.1.3 La sensibilité au contexte

La pervasivité suppose que le système soit capable de réagir aux données en provenance de l'environnement physique mais également d'intervenir sur cet environnement physique (Spéc 5.1). Il doit s'adapter à ses deux contextes :

- le contexte du joueur, modélisation de l'environnement du visiteur-joueur à un instant donné. Tous les éléments du contexte du joueur se superposent à la localisation du joueur.
- le contexte du jeu, modélisation du plateau de jeu à un moment donné. Il contient au minimum les contextes de tous les joueurs, plus éventuellement d'autres éléments appartenant à la représentation du monde réel dans le jeu mais qui ne sont pas localisés au même endroit que les joueurs.

Des capteurs et des actionneurs sont nécessaires pour gérer ces interactions. Pour le moment, ces matériels ne disposent pas d'interface standard. Les architectures matérielle et logicielle doivent donc être capables de gérer plusieurs types de matériels et de permettre l'interopérabilité de ceux-ci avec le moteur de jeu.

La présence de capteurs peut impliquer la réception régulière par le jeu de visite, de données en provenance de ces derniers. Le point délicat est de déterminer la fréquence de ces notifications, de façon à ne pas en saturer le moteur de jeu, ni à réaliser des adaptations trop fréquentes au détriment de la cohérence éventuelle de la visite.

2.2.3.1.4 Les aspects transmédia

Le caractère transmédia du jeu suppose de s'intéresser à l'aspect transversal de la logique

⁸⁰ PoI : Point d'Intérêt

transmédia. Celle-ci repose :

- sur les différents volets, dont nous venons de discuter les points techniques principaux,
- mais également sur l'homogénéité de l'univers.

Il est nécessaire d'avoir des éléments qui permettent de faire le lien entre les différents volets du jeu transmédia. Ce peut être une unique application gérant les différents volets sur le téléphone portable du joueur, mais ce peut être également l'impression en 3D d'un élément physique de jeu (principe d'*extraction* [Jenkins, 2009]), utilisable dans tous les volets transmédia, comme les figurines Skylanders d'Activision et Universal Interactive ou celles de Disney Infinity, qui permettent d'intégrer un personnage d'une aventure à une autre.

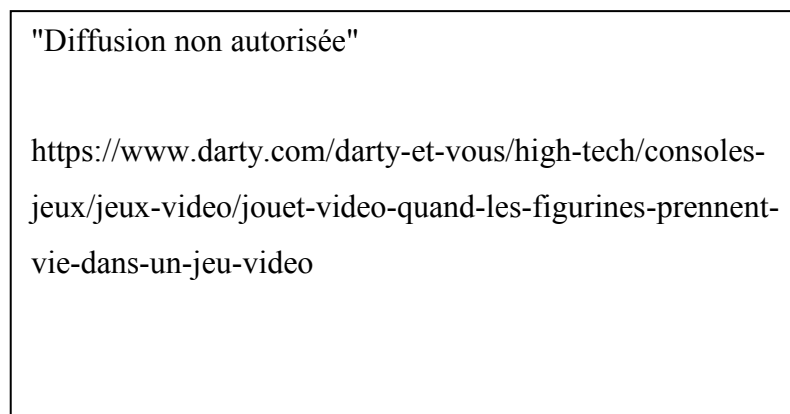


Figure 52 : Plateau de jeu de figurines Disney Infinity⁸¹

2.2.3.2 L'architecture technique

Elle peut être répartie sur plusieurs systèmes informatiques. Ainsi, "Plug, Les secrets du musée" a mis en œuvre une architecture fondée sur une mémoire répartie de type causale entre les bornes et les terminaux clients [Simatic, 2012]. PUPN est construit autour d'une architecture 3 tiers : le terminal du joueur, le gestionnaire de jeu sur un serveur centralisé et des services périphériques, le tout assemblé par un intergiciel, élaboré à partir d'une approche composants logiciels pour rendre transparente la gestion des aspects techniques au processus métier. Les composants logiciels sont ici des services appelés au moment de la conception de l'application en fonction de la connaissance de ses besoins [Pellerin, 2009]. Le projet

⁸¹ <https://www.darty.com/darty-et-vous/high-tech/consoles-jeux/jeux-video/jouet-video-quand-les-figurines-prennent-vie-dans-un-jeu-video>

ARtSENSE est également une architecture 3 tiers. Les capteurs (capteurs biophysiques, microphones et caméra des lunettes) constituent les aspects clients, le gestionnaire de visite est centralisé sur un système. Il dialogue avec la base de connaissance conservée sur un troisième système via un bus logiciel. Celui-ci fait le lien entre les différents systèmes et met à leur disposition les moyens de s'abonner aux services dont ils ont besoin ou de publier leurs services. Enfin, les données sont générées sur les systèmes clients (RA casques) ou vers des actionneurs.

Toutes ces architectures sont centralisées mais d'autres configurations sont envisageables. Le jeu étant pervasif, le dialogue avec le contexte du joueur ou du visiteur est constant. Il est donc concevable de répartir l'intelligence du jeu dans différents agents intégrés au sein d'objets ou d'éléments du contexte et connectés entre eux. Ces agents interagiraient ensemble pour se coordonner et mettre à jour leur connaissance réciproque de l'état du jeu. Ce principe, qui se rapproche des principes d'intelligence collective, peut être mis en œuvre au sein de réseau d'agent cyberphysiques [Gressier-Soudan, 2014].

2.2.4 Regroupement en catégories

L'analyse du diagramme de classes candidates établi à l'issue de la phase de capture des besoins fonctionnels (cf. Figure 51) aboutit à la séparation de ces différentes classes en 4 catégories tenant compte :

- d'une sémantique homogène,
- des temporalités d'utilisation des différentes classes.

Ces catégories sont présentées dans la figure ci-dessous (cf. Figure 53) et se décomposent selon la répartition suivante :

- la catégorie "Objets" contient toutes les classes de ressources et objets manipulés ou acquis par le joueur. Leur horizon de temps est le parcours de jeu :
 - Actuateur
 - Localisation
 - Ressource
 - Acquis
 - Enrichissement
 - RessourceAcquise

- Magasin
- Gain
- Score
- la catégorie "Personne" contient les classes qui permettent de conserver toute information concernant des personnes intervenant dans le jeu ou son contexte :
 - Visiteur
 - ProfilVisiteurJoueur
 - Compte
 - Référentiel
 - RéférentielJeu
 - RéférentielVisite
- la catégorie "Organisation" est constituée les classes qui décrivent le jeu et le parcours. leur temporalité va au-delà de la session :
 - Session
 - Configuration
 - EtatDuJeu
 - ArchiveMission
 - Musée
 - Visite
 - JeuVisiteTransmédia
 - LogiqueTransmédia
 - VoletTransmédia
 - EtatGlobal
 - EtatVoletTransmédia
- la catégorie "Activité" possède les classes descriptives de la mission :
 - Mission,
 - Objectif
 - ListeRecommandation

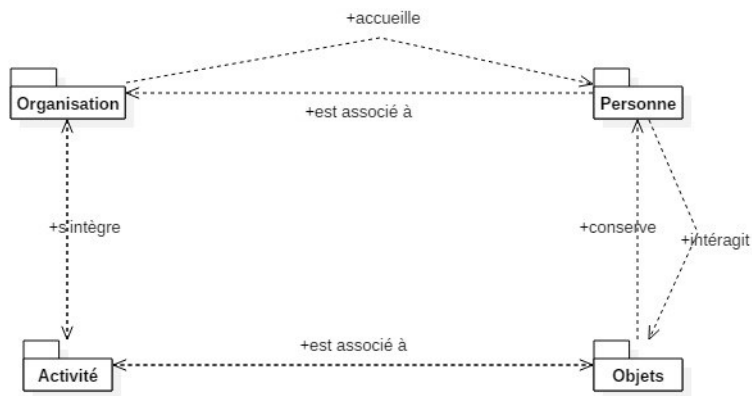


Figure 53 : Diagramme des catégories pour un jeu de visite

Les règles de dépendances entre les catégories sont déduites de celle du diagramme de la Figure 51.

2.2.5 Développement du modèle statique

Le modèle 2TUP revient sur la branche fonctionnelle pour définir le modèle statique, donnant l'ensemble des classes intervenant dans l'application. Ce modèle statique inclut les classes participantes déterminées par l'étude des cas utilisateur mais également les classes déterminées par l'analyse des besoins non fonctionnels. Ceux-ci ont fait apparaître la sensibilité au contexte qui se traduit par la création d'un élément interface entre le système constituant le jeu et le système externe. D'autre part, sont apparus des classes particulières que nous pouvons décrire ici :

Un élément du contexte (**ElémentCtxt**) est une ressource déterminée par sa localisation (**Localisation**). Il est intégré au contexte du joueur lorsque sa localisation est la même que celle du joueur. Concrètement, un élément de contexte peut être :

- un élément de l'environnement social du joueur (accompagnant, autres joueurs, personnages non joueurs, autres visiteurs) (**Visiteur**),
- un élément de l'environnement spatial de celui-ci (site où il se trouve, objets qui y sont localisés, capteurs (**Capteur**) et actionneurs (**Actuateur**) permettant au jeu d'intervenir dans l'espace réel)
- un élément de l'environnement virtuel géolocalisés dans l'espace réel, comme les dépôts

de contenus définis dans CULTE, qui sont des points d'intérêt (**PoI**).

La localisation (**Localisation**) est la représentation, dans un référentiel pré-établi, des coordonnées d'un élément particulier du jeu (visiteur-joueur, expôt, explications visibles dans le musée, PNJ, par exemple). Elle est un attribut particulier des ressources du jeu ou du visiteur-joueur mais elle a un rôle très important dans le cas de jeux pervasifs, c'est pourquoi elle est extraite de la représentation des classes **Ressources** et **ProfilVisiteurJoueur**.

Une ressource informative, matérielle ou immatérielle, localisée est appelée un **Point d'Intérêt (PoI)**. La notion de PoI est importante car elle appartient au vocabulaire des Systèmes d'Information Géographique et est utilisée également par les concepteurs de visites. L'information véhiculée par cette ressource peut être cognitive, culturelle ou personnelle, lorsqu'elle doit permettre au visiteur-joueur de questionner l'exposition par rapport à ses histoires personnelles antérieures et de s'émouvoir [Gélinas, 2015].

Une boîte aux lettres (**BaLExt**) est un système de transfert d'informations entre plusieurs éléments du système. Dans le cas d'un jeu pervasif, il existe nécessairement au moins une boîte aux lettres entre le système de jeu et les éléments de contexte.

Les objets métiers à ajouter sont :

- ElémentCtxt
- PoI
- BaLExt

Responsabilités :

- ElémentCtxt
 - connaît sa localisation

- PoI
 - est un élément de contexte
 - possède une information
- BalExt
 - connaît les adresses des émetteurs et des destinataires des informations : soit celles-ci sont définies dans le bloc d'informations à transmettre, soit la boîte aux lettres est dédiée à l'un ou l'autre des interlocuteurs, voire les deux.

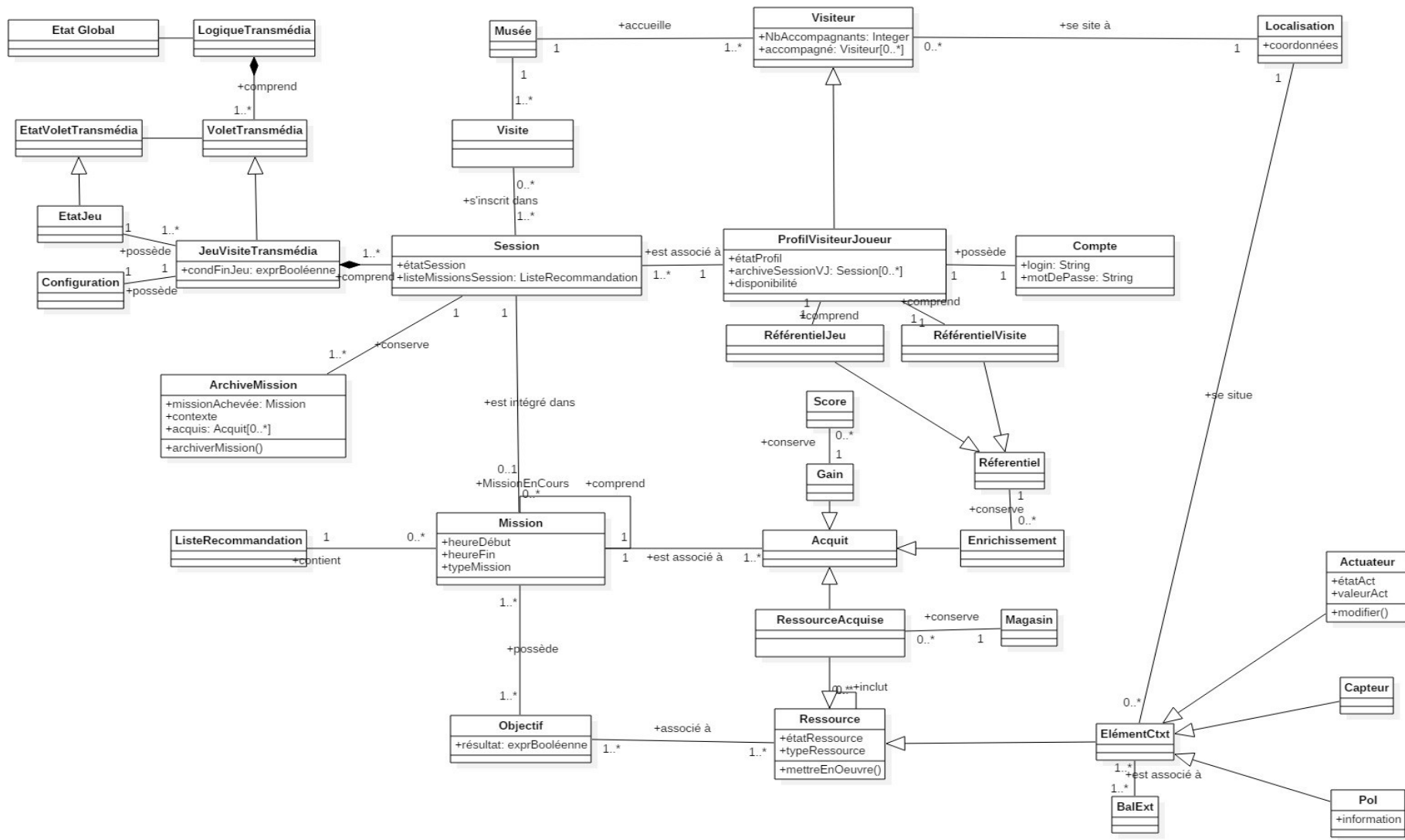


Figure 54 : Diagramme des classes candidates du modèle statique

2.2.6 Les études de cas dynamiques

L'étude de cas dynamique a pour objectif de comprendre le déroulement de l'application, c'est à dire de découvrir le cycle de vie des objets, leurs interactions et le flux entre les objets. Comme pour l'étude statique, elle se conçoit à partir de scénarios d'utilisation mais ici, nous nous intéresserons à l'intérieur de ce qui fut jusqu'à maintenant une boîte noire. [Roques et Vallées, 2007] prévoit la définition de 4 sortes de scénarios :

- les scénarios nominaux qui représentent les cas d'usage les plus courants,
- les scénarios alternatifs dont la probabilité d'arrivée est plus faible que les précédents,
- les scénarios aux limites dont les valeurs des conditions d'arrivée sont aux limites des valeurs des conditions usuelles,
- les scénarios d'erreur dont le dessein est de résoudre des cas hors du fonctionnement correct du jeu.

Le but de cette thèse est de modéliser le déroulement d'un jeu pour comprendre quels objets interviennent lors du processus d'équilibrage et comment ils interagissent les uns avec les autres. C'est pourquoi je concentrerai cette étude sur les scénarios nominaux et plus particulièrement sur ceux qui décrivent les processus déclenchant et mis en œuvre lors de l'équilibrage. La vérification de l'équilibre du jeu est réalisée lors de l'établissement de la liste des missions à proposer au visiteur-joueur. Je m'intéresserai donc au scénario associé à la constitution de la liste de recommandation :

SN1 : Choisir et réaliser une mission proposée sans recours à un équilibrage du jeu

et à celui décrivant le processus d'équilibrage proprement dit :

SN2 : Choisir et réaliser une mission dans un cas de déséquilibre du jeu.

2.2.6.1 SN1 : Choisir et réaliser une mission proposée, sans équilibrage du jeu

Lorsque le visiteur-joueur achève une mission, le rôle du système de recommandation est de construire une liste de nouvelles missions susceptibles :

- d'intéresser le visiteur-joueur,

- de le faire progresser dans le jeu
- et de l'amener vers la fin du jeu.

Cette liste est établie en fonction du profil du joueur, de l'état du jeu, de sa configuration, du contexte, des règles du jeu, du parcours déjà réalisé et du type de mission (simple ou complexe).

Le système de recommandation s'assure que, pour chaque mission proposée, il existe un chemin qui permet d'arriver à la validation de la *condition de fin de session*. Par exemple, pour un visiteur de type curieux, ce peut être s'assurer que le visiteur a bien lu un ensemble de ressources, pour un visiteur de type expert, le jeu vérifiera qu'il a acquis certaines compétences nouvelles. Certaines contraintes existent sur l'enchaînement possible des missions, comme :

- les règles du jeu qui autorisent certaines combinaisons et pas d'autres,
- ou des scénarios narratifs, ludiques ou non ludiques qui font partie intégrante de la configuration du jeu.

La liste de missions est soumise au visiteur-joueur qui en sélectionne une et s'emploie à la mener à son terme. Ses interactions avec le système et ses évolutions au sein du musée sont alors enregistrées afin d'évaluer son expérience au cours de la mission. L'affichage des recommandations et le choix du visiteur-joueur s'effectue sur un dispositif de dialogue entre le système du jeu et le joueur (**Terminal**). Il est le même durant une session de jeu et identifie le visiteur-joueur. Il est raccordé au système de jeu par l'intermédiaire d'une boîte aux lettres (**BalExt**).

C'est ce scénario en deux temps qui est présenté ici :

- élaboration de la liste de propositions par le système de recommandation,
- réalisation de la mission choisie avec traçage de l'expérience vécue.

2.2.6.1.1 Elaboration de la proposition du système de recommandation

Un système de recommandations peut appartenir à trois grandes familles [Mateas and Stern, 2003] [Mondou et al., 2016] :

- La première intègre des processus qui s'appuient sur un cadre précis. Ce cadre est décrit par un ensemble de nœuds, constituant les recommandations possibles, reliés entre eux par des liens qui représentent les conditions de ces recommandations. La navigation entre les nœuds est définie par la politique de recommandation du jeu et peut être déterminée :
 - grâce à des références définies avant l'exécution du jeu. Par exemple, un graphe, comme dans PLUG PUPN, où les missions suivantes sont recommandées à partir d'un graphe spécifique (cf Figure 12). Qu'il soit explorateur, curieux ou pèlerin respectueux, chaque profil posséderait son graphe.
 - ou dynamiquement au fur et à mesure du parcours grâce
 - à un jeu de métadonnées qui relie les missions entre elles, comme ce fut le cas pour ARTSENSE,
 - ou l'utilisation d'ontologies qui associent sémantiquement des missions à d'autres, comme l'a proposé Pierre-Yves Gicquel avec la plateforme CALM [Gicquel, 2013].
- la seconde famille met en œuvre des agents autonomes dont le comportement est défini par des automates. Ils sont capables d'effectuer des recommandations seuls, chacun selon son propre comportement, en fonction des interactions du joueur [Gressier-Soudan et al., 2014] [Mateas and Stern, 2003]. Dans ce cas, il est nécessaire de définir des pré-requis à la mission afin d'être sûr qu'elle puisse être réalisée, et de valider que le but du jeu puisse toujours être atteint.
- Une solution hybride qui laisse de la liberté au joueur tout en assurant une cohérence à la progression [Mateas and Stern, 2003], [Mondou et al, 2016]. Les joueurs interagissent avec des agents autonomes dont les comportements sont conçus de façon modulaire, à l'aide de briques de base (appelé "plot" chez Mondou et al. ou "beat" chez Mateas et Stern), qui peuvent être recombinaisonnées avec certaines contraintes déterminant un ordre partiel. Ce dernier permet de limiter le champ des combinaisons possibles et est défini par:
 - des contraintes ou des pré-requis imposés en entrée du module,

- des effets sur le scénario
- ou une liste de successeurs en sortie du module.

Dans tous les cas, le système de recommandation doit être sensible au contexte afin d'être en mesure de recevoir des missions proposées par des éléments du contexte du joueur (artefact, autres joueurs, capteurs, PNJ, lieux, dépôts immatériels).

Il doit également tenir compte du profil du visiteur-joueur. Ce profil est créé lors de l'ouverture de la session. Le visiteur-joueur y accède grâce à son compte (Spéc 4). Il peut être mis à jour, par exemple grâce à un questionnaire, à chaque reprise de la session.

Pour donner suite aux conclusions du chapitre 1 de cette partie, les éléments du profil du visiteur-joueur utiles pour le système de recommandation sont :

- ses composantes internes, c'est à dire :
 - des **caractéristiques** qui contiennent les informations propres au visiteur,
 - des descriptions de ses **aptitudes**
 - ainsi que ses **anticipations** et **référentiels** de visite et de jeu.
- et son état de disponibilité pour réaliser des missions conjointes avec d'autres joueurs.

Par ailleurs, le diagramme statique précédemment défini lui associe également les acquis reçus depuis le début de la session.

Les contraintes qui s'appliquent dans le choix des prochaines missions sont donc définies:

- par le jeu (contraintes structurelles) :
 - ordre partiel s'appliquant aux missions :
 - règles du jeu,
 - pré-requis

ou cadre prédéfini par les concepteurs du jeu (graphe y compris la hiérarchie définie par une mission complexe, métadonnées ou ontologies),
 - validation de la possibilité d'atteindre le but du jeu

- disponibilités des ressources
- par le profil du visiteur-joueur (contraintes personnelles),
- par le contexte (contraintes contextuelles) :
 - social,
 - culturel,
 - technique

Cela ne signifie pas que le système de recommandation doit sélectionner majoritairement des missions en adéquation avec le profil du visiteur-joueur. Il peut également choisir des missions "hors profil", afin de vérifier la validité de celui-ci, de surprendre le visiteur-joueur et lui proposer un choix inattendu. Tout dépend de la politique de recommandation qui est définie pour le jeu.

Le système de recommandation doit donc connaître :

- l'historique des missions réalisées par le visiteur-joueur,
- son profil,
- son contexte,
- l'état du jeu, qui permet de vérifier que certains pré-requis, comme l'état d'objets distants par exemple, ou la disponibilité de certaines ressources utilisées lors de la mission sont vérifiés,
- la politique de recommandation du jeu.

Dans le cas d'une architecture répartie, l'état du jeu est local et doit être mis à jour régulièrement, au moins pour les parties nécessaires à la prise de décision du joueur.

Le nombre de ces missions est un paramètre de la politique de recommandation. Dans le cas où le nombre de missions éligibles est supérieur au nombre de missions qu'il est possible de présenter au visiteur-joueur, le système de recommandation doit choisir les missions à présenter en fonction de priorités qui sont autant de critères de sélection:

- la complexité des missions. Le système de recommandation peut décider, par exemple de la priorité des missions filles par rapport aux autres missions.
- le profil du visiteur-joueur,
- la préférence accordées aux missions associées au contexte du joueur.

Le système de recommandation met ainsi en application une politique de recommandation constituée :

- des contraintes structurelles, personnelles ou contextuelles qui s'appliquent à l'ensemble des missions pour constituer la liste des missions éligibles,
- l'ordre dans lequel ces contraintes sont appliquées ou pas,
- la priorité à mettre en œuvre pour classer les missions

et conservée au sein de la base de données avec les éléments permettant sa configuration (liste des missions, nombre de missions dans la liste de recommandation...).

Le traitement d'un exemple de création d'une liste de recommandation pour le scénario SN1 est présenté dans la Figure 55 et son diagramme de classe dans la Figure 56. Les choix effectués pour la réalisation du diagramme de séquence sont :

- chargement de la politique de recommandation à l'initialisation du système de recommandation,
- l'ordre d'application des contraintes est : structurelles, individuelles puis contextuelles,
- une mission est reçue en provenance du contexte et est intégrée au sein de la liste après validation de sa cohérence par rapport à la progression du jeu.

D'autre part, pour des besoins de lisibilité, je n'ai pas représenté :

- les classes spécialisant la classe Acquit
 - la classe Compte, associée à l'attribut compteVJ de la classe ProfilVisiteurJoueur,
- dans le diagramme de classes de la Figure 56.

Je laisse le lecteur se reporter à la Figure 54 pour plus de détails concernant ces classes.

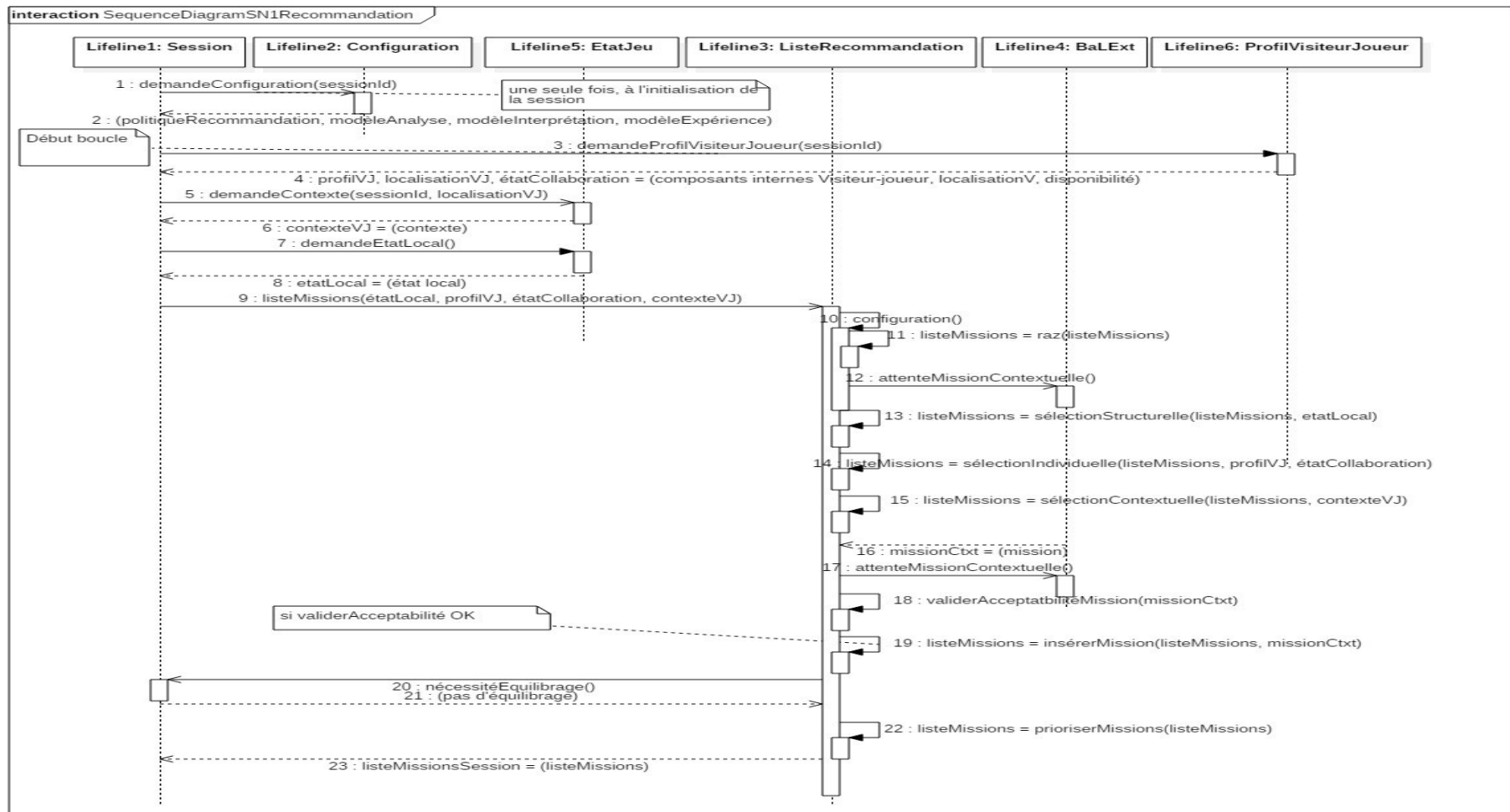


Figure 55 : Diagramme de séquence d'un exemple de processus de recommandation pour le scénario SN1

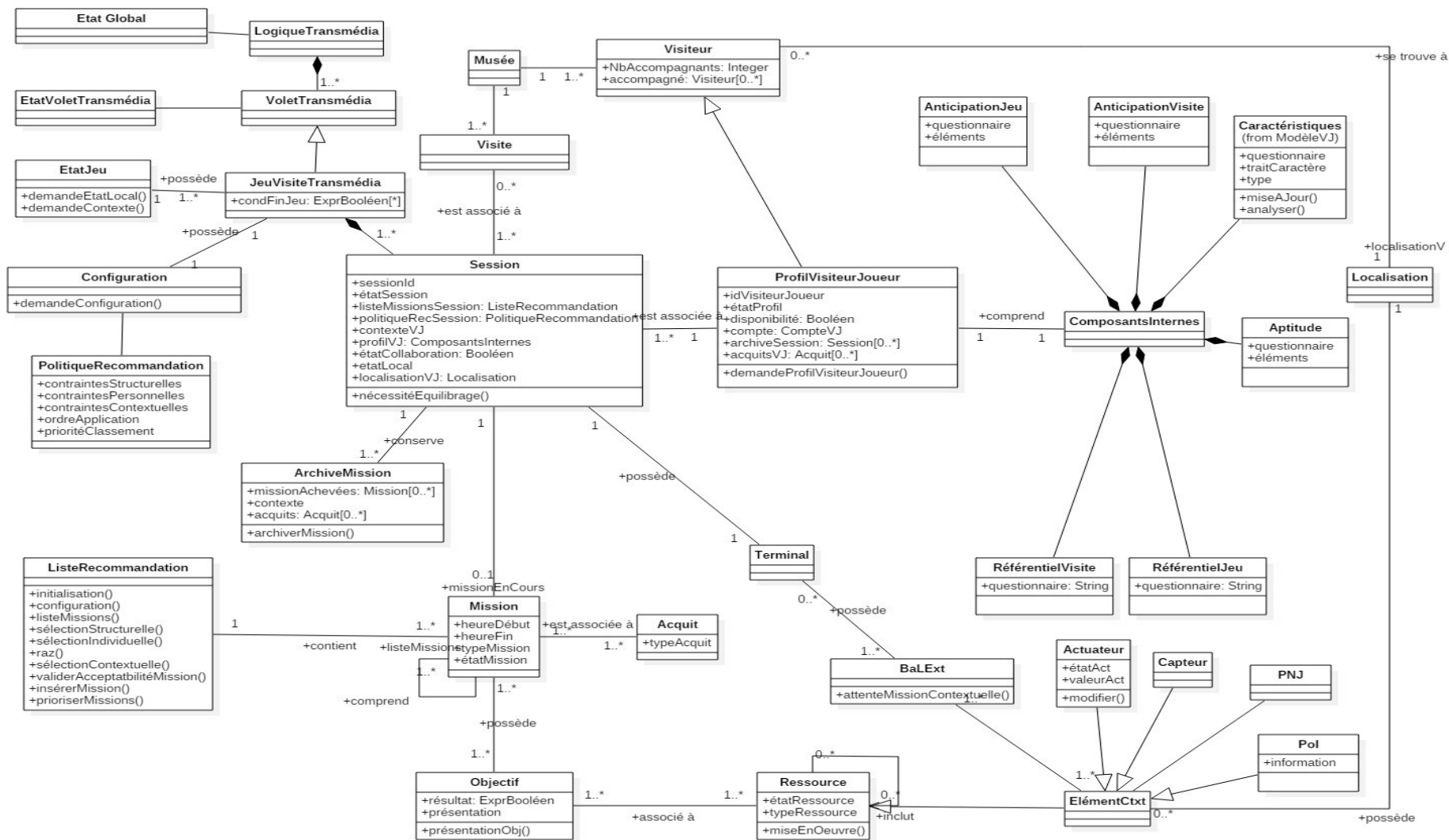


Figure 56 : Diagramme de classe du processus de recommandation pour le scénario SN1

2.2.6.1.2 Choix du visiteur-joueur et estimation de l'expérience vécue

A la sortie du système de recommandation, une liste de missions (**ListeRecommandation**) est proposée au visiteur-joueur qui y choisira celle qu'il réalisera. Ce choix peut être lui-même analysé pour confirmer ou modifier le profil du visiteur-joueur. Un choix non conforme aux prédictions peut exprimer une rupture dans ses désirs et provoquer une mise à jour des attentes du visiteur-joueur. Avant le commencement de la nouvelle mission, la mission qui s'achève est archivée.

Puis, la mission (**Mission**) choisie par le visiteur-joueur lui est proposée. Cette invitation se traduit par une présentation des objectifs (**Objectif**). Le visiteur-joueur interagit alors avec le système par l'intermédiaire de son terminal (**Terminal**), des éléments de son contexte (**ElémentCtxt**) ou par ses déplacements (**Localisation**). Ces interactions intègrent le système du jeu grâce aux boîtes aux lettres d'interface avec le monde réel (**BalExt**).

Toutes les interactions porteuses de sens pour les concepteurs, sont conservées comme des données brutes (**DonnéesBrute**). Elles vont permettre de déterminer l'**expérience vécue** par le visiteur-joueur selon la dimension ludique et la dimension non ludique qui le caractérise. Cette expérience est déduite des données brutes par analyses successives de ces dernières.

Ainsi, un premier niveau d'analyse permet d'obtenir des **indicateurs** : par exemple, un temps de présence du visiteur-joueur à sa dernière localisation. Nous nous intéresserons ici uniquement aux indicateurs qui déterminent le comportement du visiteur-joueur. Reçues à la fin de la mission, elles sont conservées au sein de la session (**Session**), ainsi que les attributs suivants.

Ces indicateurs sont ensuite eux-mêmes aggrégés pour constituer des **données** significatives **attendues**. Par exemple, l'intérêt du joueur pour un expôt peut s'exprimer en fonction du temps passé devant celui-ci. Comme je l'ai indiqué précédemment (cf sous-chapitre 0), ces interprétations du comportement du visiteur-joueur sont validées ultérieurement lors de prochaines missions ou par une demande explicite ou implicite de confirmation par le visiteur-joueur. Ces données dépendent de la mission mais leurs valeurs dépendent du

contexte et du comportement du visiteur-joueur, donné par les indicateurs. Elles peuvent amener à la mise à jour du profil du joueur.

Leur interprétation définit enfin l'expérience vécue (**ExpérienceVécue**) par la visiteur-joueur. Elle est fonction du profil du visiteur-joueur (personnalité, référentiels, attentes). Par exemple, si le visiteur-joueur :

- apprécie la thématique correspondant à l'expôt,
- possède un Référentiel [Schmitt, 2012] dans ce domaine,
- et possède un profil d'expérience de type "expert",

nous pouvons supposer que ce profil non ludique convient et que son expérience vécue est de bonne qualité. Les expériences vécues sont sauvegardées au sein de l'archive de la mission, avec le contexte.

Il existe donc plusieurs ensembles et modèles permettant de réaliser l'extraction de l'expérience vécue à partir des données brutes :

- un ensemble des données attendues, qui contient toutes les données nécessaires à l'extraction de l'expérience,
- un ensemble d'indicateurs, qui définit tous les indicateurs nécessaires à l'interprétation des données attendues,
- un ensemble de données brutes qui inventorie l'ensemble des informations reçues du monde extérieur et potentiellement utiles à la définition de l'expérience,
- un modèle d'analyse (**ModèleAnalyse**) qui définit comment associer les données brutes pour constituer des indicateurs,
- un modèle d'interprétation (**ModèleInterprétation**) qui décrit comment déterminer les données attendues en fonction du contexte,
- un modèle d'expérience (**ModèleExpérience**) qui évalue le type et le niveau de l'expérience vécue en fonction des valeurs des données attendues et du profil du visiteur-joueur.

Le diagramme de séquençement (Figure 57) et le diagramme de classes complet (Figure 58) associés à ce scénario sont présentés de façon détaillée ci-dessous.

Pour des raisons de lisibilité, je n'ai pas représenté :

- les classes spécialisant la classe Acquis
- la classe Compte, associée à l'attribut compteVJ de la classe ProfilVisiteurJoueur, dans le diagramme de classes de la Figure 58.

Je laisse le lecteur se reporter à la Figure 54 pour plus de détails concernant ces classes.

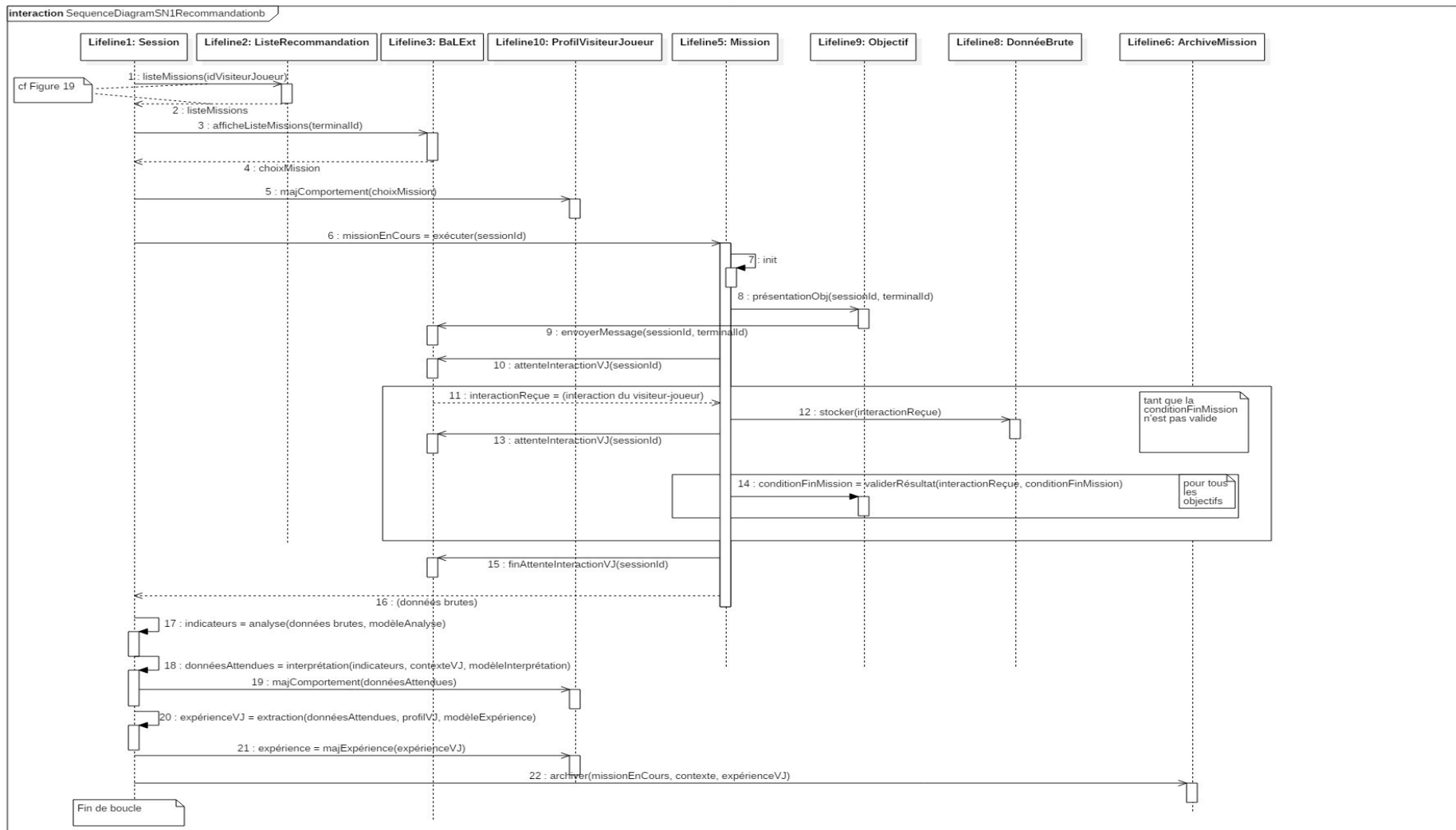


Figure 57 : Diagramme de séquences du traçage et élaboration de l'expérience vécue par le visiteur-joueur

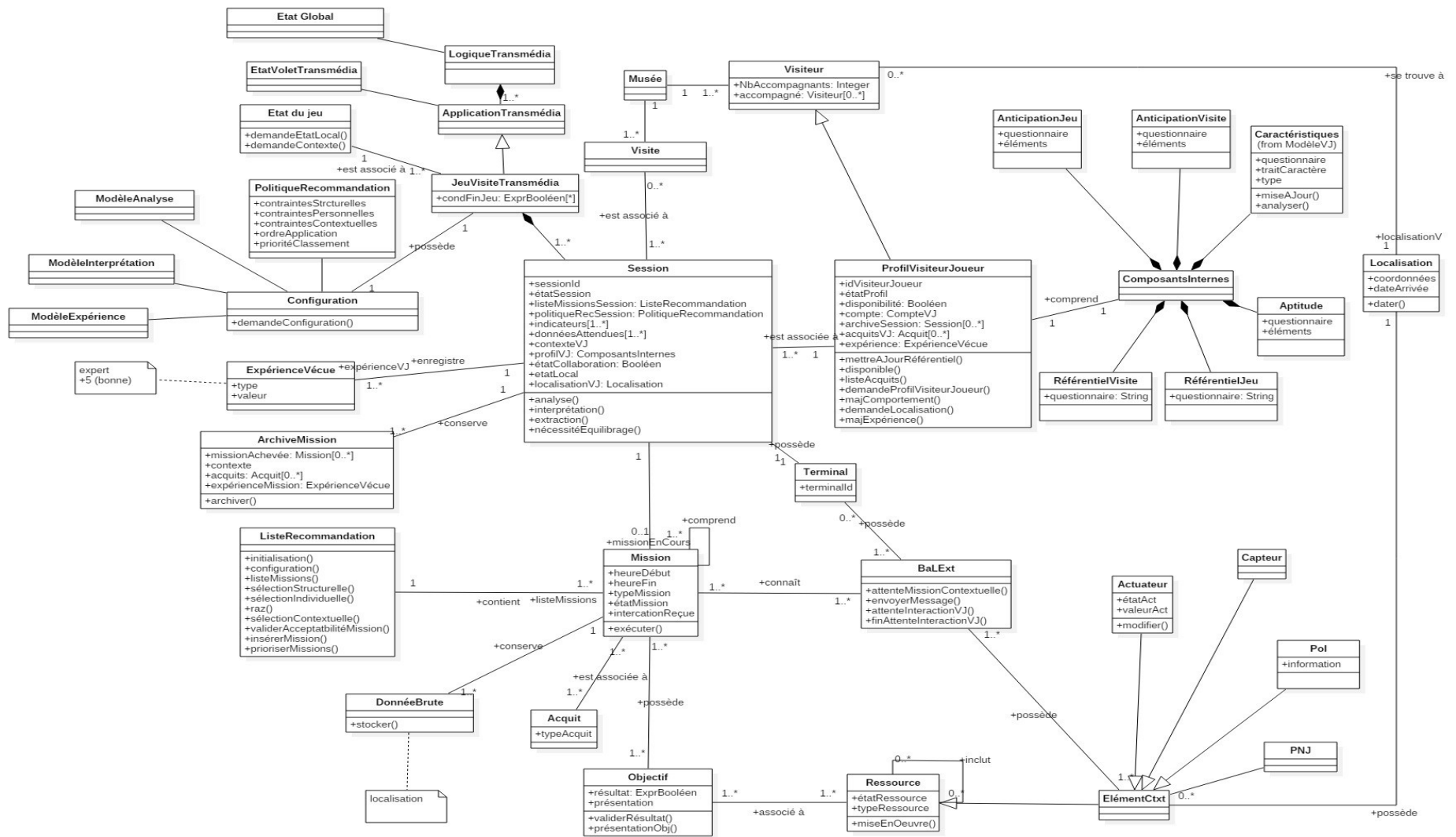


Figure 58 : Diagramme de classes complet du scénario SN1 de recommandation et évaluation de l'expérience

2.2.6.2 SN2 : équilibrage d'une mission

La problématique de cette thèse est de rechercher les différentes possibilités d'équilibrage par l'expérience pour un jeu de visite dans un musée. Le cadre défini est celui d'une micro-adaptation [Koidl et al., 2010], c'est à dire mission par mission, par distinction avec celui de la macro-adaptation [Koidl et al., 2010], qui modifie l'enchaînement des missions.

Équilibrer implique de savoir détecter qu'un équilibrage est nécessaire et pouvoir modifier les composantes des missions pour moduler l'expérience du visiteur-joueur. Les questions sont donc :

1. Quand et comment estime-t-on que le visiteur possède une expérience de bonne qualité ?

Pour pouvoir répondre à cette question, il est nécessaire :

1. de savoir estimer l'expérience réelle vécue par l'utilisateur,
2. de pouvoir la comparer par rapport à un indicateur de bonne ou mauvaise expérience,

2. Comment agir sur le jeu pour atteindre la qualité d'expérience souhaitée ?

Autrement dit, dans notre cas :

1. que modifier dans une mission ?
2. comment connaître l'expérience que procurera une mission une fois modifiée ?
3. par quel processus modifier la mission ?

L'étude du scénario SN1 répond à la question 1.a. en analysant toutes les interactions et mouvements du visiteur-joueur que les concepteurs ont jugé porteur de sens. Les quatre autres interrogations trouvent des réponses dans les sous-chapitres suivants.

2.2.6.2.1 La qualité de l'expérience

Le chapitre sur les profils nous a permis de constater qu'une expérience ludique se construit de la même façon qu'une expérience de visite. L'une comme l'autre sont dues à une intrigue, conçue à partir d'une anticipation ludique ou en lien avec la visite, confrontée à la proposition du jeu ou de l'exposition. L'équilibrage du jeu de visite peut donc être envisagé selon un processus indépendant du type d'expérience étudié.

Comme expliqué en conclusion de la partie précédente, je considérerai que le visiteur-joueur

est "typé", c'est à dire qu'il possède une attente majeure pour le jeu et la visite. Il sera par exemple "Killer" et "Pélerin" si les profils respectifs de Bartle et de Falk sont utilisés [Bartle, 1996] [Falk, 1992].

Les travaux de [Sutter Widmer and Szilas, 2017] soulignent l'importance de la motivation intrinsèque, c'est à dire propre au visiteur-joueur, dans son engagement au début et tout au long du jeu, et dans son expérience. Lorsque cette motivation n'est pas satisfaite, un désengagement vis à vis du jeu intervient, et correspond à une expérience jugée moyenne, voire mauvaise. Les conclusions du jeu "PLUG, Les secrets du Musée" (PSM) du projet PLUG vont dans le même sens : alors que des parents venus chercher des connaissances jugeaient leur expérience mitigée, les enfants venus jouer appréciaient totalement le jeu. J'en conclus que l'acceptation d'une seconde dimension au jeu n'est réelle que lorsque celle associée à la motivation intrinsèque du visiteur joueur est satisfaite.

Equilibrer ne signifie donc pas : régler le jeu pour que le visiteur vive 50% d'expérience ludique et 50% d'expérience de visite. Equilibrer le jeu signifie : vérifier que le jeu satisfait pleinement la dimension associée à la motivation du joueur et propose de plus une bonne expérience concernant l'autre dimension.

Dans un jeu de visite, deux expériences sont à considérer. En effet, lorsqu'un visiteur choisit un jeu pour visiter un musée, ou lorsqu'un joueur décide de venir jouer au sein d'un musée, il possède deux attentes. L'une peut être plus importante que l'autre. Elle sera dite "majeure" et la seconde "mineure". A chacune peuvent correspondre des seuils au-dessous desquels l'expérience vécue ne sera pas jugée satisfaisante. La mission suivante sera alors choisie de façon à ce que l'expérience envisagée soit supérieure à ces seuils.

2.2.6.2.2 Les modifications possibles au sein d'une mission

Dans le cadre d'une micro-adaptation, l'élément du jeu modifié est la mission. La volonté de ne pas en changer le séquençage implique d'adapter son contenu, c'est à dire les éléments qui s'inscrivent dans sa structure. Le scénario SN1 nous a permis d'en découvrir les premiers

composants (cf Figure 59), mais ce modèle n'est pas complet. Par exemple, il n'existe pas de représentation de l'activité effectuée par le visiteur-joueur pour atteindre le résultat. Pour enrichir cette modélisation, j'ai choisi de m'appuyer sur des exemples de missions susceptibles d'être proposées au sein de différents musées. J'ai découvert ainsi de nouvelles classes et enrichit le modèle. A partir de celui-ci, j'ai répertorié les modifications qu'il était possible d'effectuer au sein d'une mission.

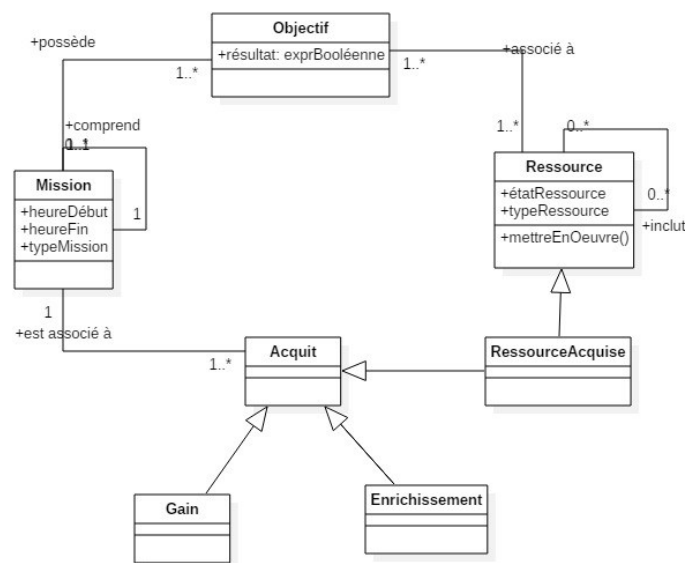


Figure 59 : Modélisation des missions issue du modèle statique

2.2.6.2.2.1 Exemples et définition du résultat d'une mission

Les exemples ne proposent que des missions simples. Les missions complexes, comportant des missions filles, peuvent se ramener à l'étude des missions simples les constituant.

Le résultat (**Résultat**) est l'événement qui est attendu par le système pour savoir si le ou les objectifs proposés ont bien été atteints. Dans le cadre d'un système informatique, il se traduit par la véracité d'un prédicat logique de premier ordre.

Les exemples suivants vont nous permettre d'explicitier la classe **Résultat** et de déterminer sur quelles variables de la mission repose le résultat.

Exemple 1 :

Il possède un objectif clair et exprimé, et nécessite des ressources pour l'atteindre. C'est un cas classique des jeux de quêtes comme PSM :

"Localiser un vase Y à l'aide de photographies fournies".

Le système attend que le joueur valide la position du vase Y. Un premier prédicat est donc :

valeur attendue = localisation vase Y

AND

valeur lue == valeur attendue

Mais le joueur peut disposer de plusieurs systèmes de localisation (GPS, QRCode...). Le résultat n'est valide que si le système utilisé pour localiser le vase est identique à celui utilisé par le joueur, d'où le prédicat complet :

valeur attendue = localisation vase Y

AND

valeur lue == valeur attendue

AND

système localisation valeur lue == système localisation valeur attendue

Exemple 2 :

Une mission peut posséder deux objectifs : l'un explicite et l'autre implicite. Par exemple, si les concepteurs veulent faire comprendre le principe d'une vis d'Archimède, ils proposeront au joueur :

"Elever le niveau d'eau du bas vers le niveau supérieur grâce à la vis d'Archimède"

Cet objectif est l'objectif explicite de la mission, tandis que :

"comprendre le fonctionnement de la vis d'Archimède"

est son objectif implicite.

Le résultat de l'objectif explicite certifie la mise en mouvement de la vis d'Archimède. Nous supposons ici qu'il existe un capteur permettant de donner l'angle de rotation de la manivelle et le nombre de tours effectués. Le résultat vérifie donc que la valeur de l'angle de rotation de la vis est supérieur à la valeur initiale :

$$\text{valeur attendue} = \text{valeur initiale angle manivelle}$$

AND

$$\text{valeur lue} > \text{valeur attendue}$$

Le résultat de l'objectif implicite doit assurer que le visiteur-joueur a compris le fonctionnement de la vis d'Archimède. Nous supposons que ce résultat est associé à une augmentation substantielle du niveau de l'eau dans le bac supérieur :

$$\text{valeur attendue} = \text{valeur initiale du niveau dans le bas supérieur} + n$$

AND

$$\text{valeur lue} > \text{valeur attendue}$$

Exemple 3 :

Il propose une activité n'impliquant que le visiteur-joueur lui-même, sans ressource ni dispositif particulier, comme :

"mimer une œuvre".

Un dispositif extérieur est nécessaire pour valider cette action du visiteur-joueur car il est

nécessaire d'associer le prédicat du résultat à une variable particulière, captée depuis le monde réel et transmise au système. Par exemple, nous supposons qu'un PNJ est présent et envoie un message au système pour confirmer la réalisation de l'action. Dans ce cas :

valeur attendue = OK

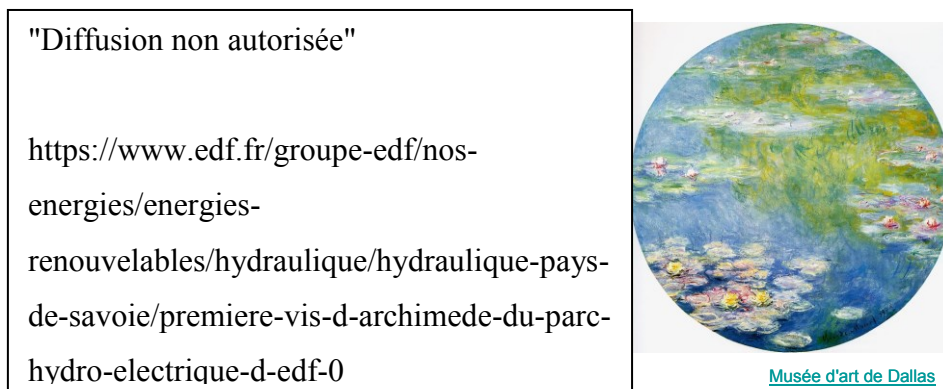
AND

valeur lue == valeur attendue

Exemple 4 :

Il considère une activité sans action particulière du visiteur-joueur, qui pourrait convenir à des personnes de profil "ressourceur" :

"Se ressourcer 5mn devant "Les nymphéas" de Monet".



**Figure 60 : A gauche : vis d'Archimède du parc des énergies renouvelable d'EDF,
A droite : "Les nymphéas" de Claude Monet**

Dans cet exemple, l'objectif est supposé atteint lorsque le joueur n'a pas bougé pendant le temps écoulé mesuré par un chronomètre. Nous supposons que le visiteur joueur est équipé d'un capteur de mouvement. Le prédicat associé au résultat est alors :

(valeur attendue capteur = 0

AND

valeur lue == valeur attendue capteur)

AND

(valeur attendue chronomètre = 0

AND

valeur lue chronomètre ==valeur attendue chronomètre)

Exemple 5 :

Ce dernier exemple reprend une mission classique des jeux vidéo sérieux et également utilisée dans les jeux de visite (cf le projet CULTE) :

"Résoudre un mini-jeux"

comme un texte à trous ou un puzzle.

Un puzzle, comme un texte à trous par exemple, est un jeu possédant un ensemble d'éléments identiques (forme, illustration, position). Valider le résultat de la mission revient à valider la résolution complète du puzzle, autrement dit que chacune des pièces est située à la bonne place. Si n est le nombre de pièces, le prédicat devient :

pour tout i de $[1,n]$ (valeur attendue = position $[i]$ AND valeur reçue $[i]$ == valeur attendue)

Les deux premiers exemples nous indiquent que le résultat (**Résultat**) compare les données associées à deux types de caractéristiques (cf **Figure 62**Erreur ! Source du renvoi introuvable.) :

- une caractéristique conservant les valeurs attendues (**CaractéristiqueAttendue**) ,
- une caractéristique recevant les valeurs en provenance du monde réel, résultat de l'action demandée au visiteur (**CaractéristiqueLue**) .

Ces deux caractéristiques peuvent éventuellement être différentes, comme dans l'exemple 1 où le prédicat compare la localisation du joueur avec celle d'un vase, ou identiques comme dans l'exemple 2 où sont comparées différentes valeur de l'angle de rotation de la même manivelle.

Une caractéristique peut être associée à une ou plusieurs ressources ou à un visiteur-joueur. Une ressource, ou un joueur, peut posséder plusieurs caractéristiques.

La localisation (**Localisation**) est une caractéristique d'une ressource ou d'un joueur.

Les **données lues** pour la caractéristique lue (**CaractéristiqueLue**) ou les **données attendues** pour la caractéristique attendue (**CaractéristiqueLue**) sont des structures (**Données**) à deux attributs : une conservant une **valeur**, comme la position du vase Y dans l'exemple 1, la seconde une **information** concernant cette valeur, comme le système de localisation dans lequel elle est fournie dans l'exemple 1.

Les données peuvent être obtenues par différents capteurs (**Capteur**). Ainsi, dans l'exemple 1, la position peut être gérée par le GPS, des RFIDs, des QRcodes, etc. Inversement, un capteur peut être associé à une ou plusieurs caractéristiques : un lecteur de QRcode fournit la position d'un joueur mais identifie également une œuvre. Afin que les données reçues en provenance des capteurs soient redirigées vers les joueurs qui les attendent, l'identifiant de ce dernier est communiqué au capteur.

2.2.6.2.2.2 Les autres constituants d'une mission

Le diagramme de classe défini précédemment peut être modifié pour tenir compte des nouveaux éléments (cf **Figure 62**) apparus grâce aux exemples. Les classes sont définies en gras entre parenthèses, tandis que les attributs des classes sont définis en gras.

L'objectif (**Objectif**) propose une activité (**Activité**) au visiteur-joueur de façon explicite ou implicite. Elle est la représentation virtuelle de l'action réalisée concrètement par le visiteur-joueur dans le musée.

Un objectif explicite (**ObjectifExplicite**) se caractérise par une consigne qui présente ou

laisse deviner l'activité. Par exemple, le déclenchement d'un système sonore peut diriger le visiteur-joueur vers un expôt donné. Dans la mesure où une manifestation effective existe, c'est bien un objectif explicite. La consigne peut être de diverse nature : textuelle, sonore ou visuelle par exemple.

Un objectif implicite (**Objectif**) n'est pas présenté au visiteur-joueur. Un objectif explicite est donc un cas particulier d'un objectif implicite.

Certains objectifs mettent en jeu d'**autres ressources** qui n'interviennent pas dans la validation du résultat. Par exemple, l'utilisation de la vis d'Archimède de l'exemple 2 s'effectue avec de l'eau. Mais elle aurait pu aussi s'effectuer avec du grain. Ce qui importe dans cet exemple est que le niveau d'eau dans le bac supérieur soit supérieur au niveau d'eau initial. L'eau est une ressource mais elle n'apparaît pas dans la définition du résultat.

Les missions (**Mission**) possédant plusieurs objectifs explicites peuvent être décomposées en autant de missions avec un objectif explicite unique. Une mission possède donc 1 objectif explicite et 0 ou plusieurs objectifs implicites.

Une mission peut proposer des objectifs optionnels, destinés, par exemple, à donner des acquis "bonus", non indispensables à la progression du jeu. Mais elle s'achève dès que tous ses objectifs obligatoires sont atteints. Une **condition de fin de mission** est alors définie, prédicat réalisant un AND de tous les résultats associées aux objectifs obligatoires.

Un objectif peut avoir une durée limitée par un chronomètre (exemple 4) : une classe chronomètre (**Chronomètre**) est associée à la classe **Objectif**.

Chaque objectif possède un résultat (**Résultat**), décrit dans le sous-chapitre précédent (cf 2.2.6.2.2.1), notion différente du retour (**Retour**) du système. Celui-ci est la manifestation, par le système et à destination du joueur, que la mission s'est achevée. Il comprend généralement ce que l'on appelle un ou plusieurs "feedback" (**Feedback**) , c'est à dire des **informations** indiquant, par exemple :

- la prise en compte de la réponse,
- le résultat de l'évaluation
- ou toute autre information décidée par les concepteurs.

Il comprend éventuellement les acquis (**Acquit**) définis précédemment (cf 2.2.2). Quelquefois, cependant, aucun retour n'est effectué, comme c'est le cas dans les exemples présentés en 2.2.6.2.2.1. Pour certaines missions, la proposition de la mission suivante peut être vue comme un retour (cf PSM et le passage d'une étape à une autre dans le système de quête).

Lors d'une mission, les indices (**Indice**) sont des ressources (**Ressource**) données au joueur pour lui permettre d'atteindre le résultat. Ils comportent des informations en lien avec les données attendues et les ressources utilisées. Un indice peut être utile pour découvrir plusieurs caractéristiques d'une même ressource, par exemple : la localisation ou un détail d'un même vase sur une vidéo. Il peut également servir à plusieurs ressources, par exemple : une photographie montrant plusieurs vases.

Le nouveau diagramme de classes proposé est présenté dans la Figure 62. Il est issu de cette analyse et du diagramme de séquençement associé à la réalisation d'une mission (cf Figure 61). Ce diagramme de séquençement s'insère dans celui du processus de recommandation (Figure 55) après la présentation de l'objectif (message 8).

En conclusion de ce travail de modélisation de la mission, nous pouvons remarquer les points suivant :

- Les ressources peuvent avoir plusieurs rôles au sein d'une mission :
 - sujet de l'activité : elles subissent une transformation de leur caractéristique et sont donc associées aux caractéristiques lues et/ou attendues.

- indice,
- présentations,
- acquis,
- figurante : elles sont nécessaires à la mission mais n'interviennent pas dans la progression du jeu. C'est par exemple l'eau dans l'exemple 2.
- La notion d'Activité du visiteur-joueur, qui apparaît dans cette modélisation, peut être :
 - isolée comme dans le cas de l'exemple 3, où aucune ressource n'est utile et le résultat est réputé atteint par un événement totalement extérieur au visiteur joueur (ici un PNJ⁸²).
 - associée aux classes:
 - CaractéristiqueLue
 - Capteur
 - BalExt

En effet, la caractéristique lue est la transformation d'une variable par suite de l'action :

- du visiteur-joueur
 - sur un élément de son contexte (outil). Par exemple :
 - lire un QRcode grâce à un lecteur adapté (exemple 1)
 - manœuvrer une vis d'Archimède (exemple 2)
 - sur son terminal :
 - déplacement des pièces d'un puzzle virtuel (exemple 5)
 - sur lui-même. Par exemple :
 - se déplacer vers un objet (exemple 1)
 - se reposer (exemple 4)
- d'un autre participant, comme :
 - un autre joueur : par exemple si l'action de mimer avait eu pour conséquence de faire découvrir une œuvre (cf jeu "PLUG

⁸² Personnage Non Joueur

Uniresité Paris Nuit"),

- un PNJ : valider le comportement du joueur (exemple 3).

Cette transformation peut être détectée par un capteur (**Capteur**) (exemple 1, exemple 2, exemple 4) ou par la saisie de données directement sur le terminal du joueur ou du participant (exemple 3, exemple 5). Cette saisie sera transmise directement au système, via une boîte au lettre externe (**BaLExt**). Une même caractéristique peut être fournie par différentes sources externes, comme un autre joueur ou un PNJ dans l'exemple 3.

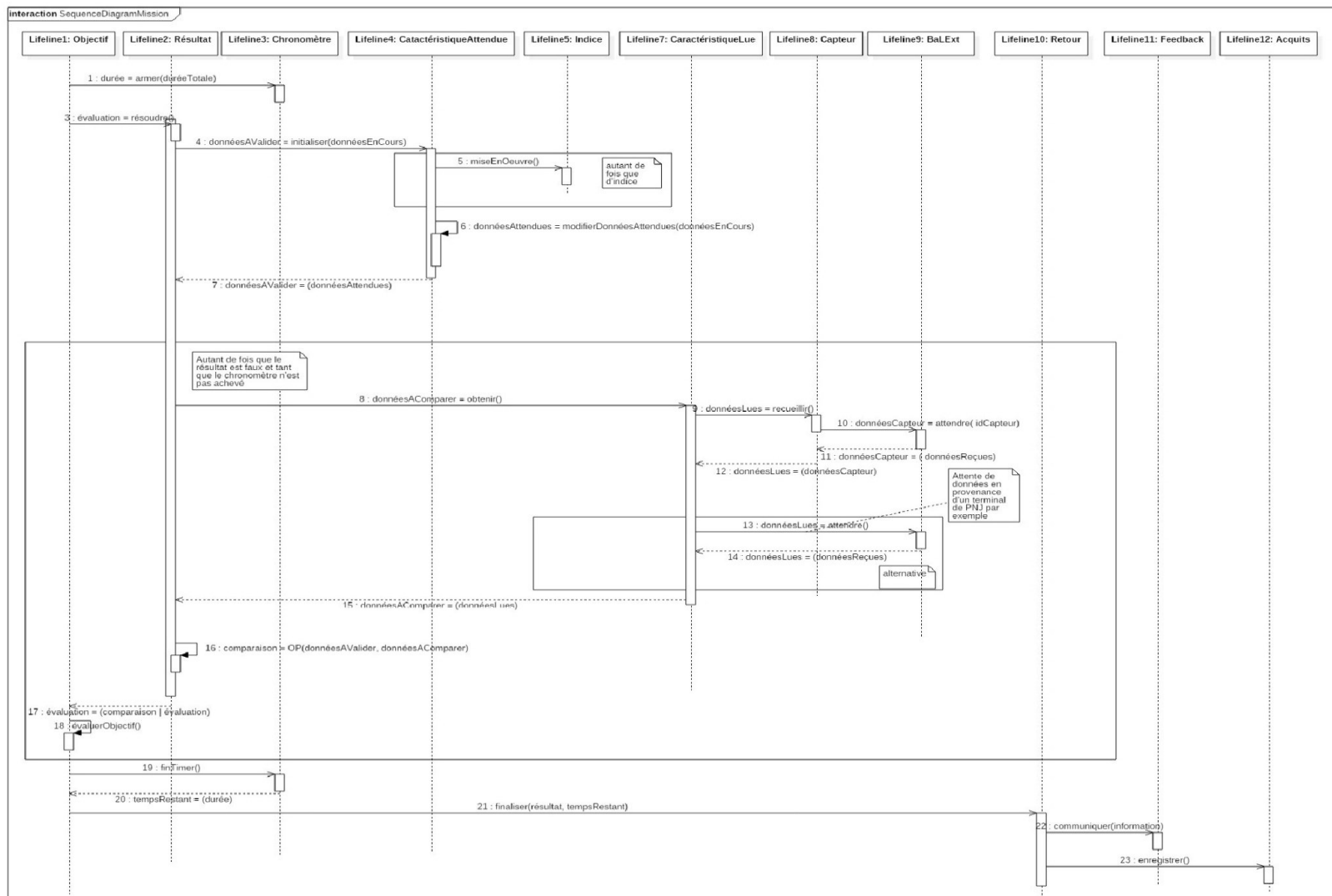


Figure 61 : Diagramme de séquence pour la réalisation d'un objectif

2.2.6.2.2.3 Conclusions

Le modèle de mission développé dans ce chapitre (**Figure 62**) indique qu'il est possible de modifier :

- les attributs des objectifs, autre que le résultat, à savoir :
 - les autres ressources que les ressources sujet. Ce peut être, par exemple, demander à un visiteur-joueur de se reposer devant une autre œuvre que "Les nymphéas" de Monet,
 - la durée chronométrée. Cela implique de communiquer des valeurs minimales et maximales pour ces chronomètres, afin de ne pas rendre la mission infaisable.
 - le nombre de feedbacks fournis après la réalisation d'un objectif.
 - le contenu de ce feedback. Par exemple, envoyer un émoticône heureux ou simplement une phrase d'encouragement.
 - la présentation de l'objectif. Ce peut être :
 - le moyen utilisé : un texte à la place d'une vidéo ou d'un son
 - le contenu de cette présentation. La présentation donne la consigne associée à l'activité qui va permettre d'atteindre l'objectif. Si cette consigne est modifiée, l'activité elle-même peut être modifiée. Cela est possible si la caractéristique lue n'est pas modifiée, c'est à dire si l'activité :
 - n'est pas en lien direct avec la caractéristique lue. C'est le cas dans l'exemple 4 où le visiteur-joueur se voit proposé de "mimer" une œuvre. Si le mime a pour objectif de faire découvrir l'œuvre à un autre joueur, la caractéristique lue est associée à la réponse du joueur, pas à l'action de mimer. La consigne peut donc être modifiée pour proposer par exemple au joueur-visiteur de "dessiner" l'œuvre.
 - est en lien direct avec la caractéristique lue mais la nouvelle activité est associée à la même caractéristique et fournit des données compatibles avec les données attendues (champ info identique).

- les ressources associées à la caractéristique attendue. Ce peut être :
 - le nombre d'indices proposés
 - les indices eux-mêmes. Il est possible par exemple de remplacer une photo d'un objet par un son évoquant cet objet. Le changement des indices doit s'effectuer en vérifiant que les nouveaux indices sont bien associés à la même caractéristique attendue et/ou à la même ressource associée.
 - la modification de toutes les autres caractéristiques du moment qu'elles ne sont pas impliquées dans le résultat ou les acquis,
 - éventuellement le remplacement de la ressource elle-même du moment qu'elle possède la caractéristique attendue et qu'elle n'est pas impliquée dans un autre résultat de l'objectif ni dans les acquis. Il convient de vérifier l'association de la ressource avec les indices afin de les modifier ou remplacer si besoin.
 - le cardinal de la ressource, c'est à dire, remplacer un texte à 30 trous par un texte à 15 trous.
- la ressource associée à la caractéristique lue. Il peut s'agir :
 - la modification de toutes les autres caractéristiques du moment qu'elles ne sont pas impliquées dans le résultat ou les acquis,
 - éventuellement le remplacement de la ressource elle-même du moment qu'elle possède la caractéristique lue et qu'elle n'est pas impliquée dans un autre résultat de l'objectif ni dans les acquis. Par exemple, changer la vis d'Archimède par un élévateur si l'objectif de la mission est simplement d'élever un constituant et non d'en comprendre le fonctionnement comme c'était le cas dans l'exemple 2. Là aussi, il convient alors de vérifier l'existence d'indices et soit de les changer, soit d'assurer la compatibilité avec ceux déjà existant.
 - le capteur associé à cette caractéristique. Cette modification ne peut s'effectuer que si les données en provenance du capteur peuvent être compatibles avec celles attendues. Par exemple, la localisation est fournie par le même système de référencement que celui de la localisation attendue. Cela se traduit par des informations contenues dans les données reçues identiques à celles des données attendues.
 - l'origine du message reçu directement du monde réel. Dans l'exemple 4, faire valider la découverte du mot par un autre joueur ou par un PNJ. Là encore, cette modification ne

peut être réalisée que si les caractéristiques lues sont compatibles avec celles attendues.

Ces modifications interviendraient donc à plusieurs niveaux :

- au sein d'un même objet par la modification d'un ou de plusieurs de ses attributs,
- par l'articulation de deux objets l'un par rapport à l'autre :
 - les indices et les ressources, la caractéristique attendue constituant le pivot de cette articulation,
 - l'activité et la ressource, autour du concept de caractéristique lue.

2.2.6.2.3 Déterminer le potentiel d'expérience d'une mission

Les réalisateurs et monteurs de films conçoivent et structurent le montage des scènes de façon à impacter d'une manière spécifique le spectateur. De la même façon, les concepteurs de jeu imaginent des missions ou contextes qui provoquent une expérience particulière pour les joueurs (Momentum [Stenros et al., 2007], PUPN). Ce travail consiste à créer ce que [Zhao et al., 2017] appellent des "Mediated Atmospheres" ("Atmosphères médiatisées"). Je propose donc de définir la notion de "potentiel d'expérience" par :

la capacité d'un élément de jeu à provoquer un type d'expérience particulière.

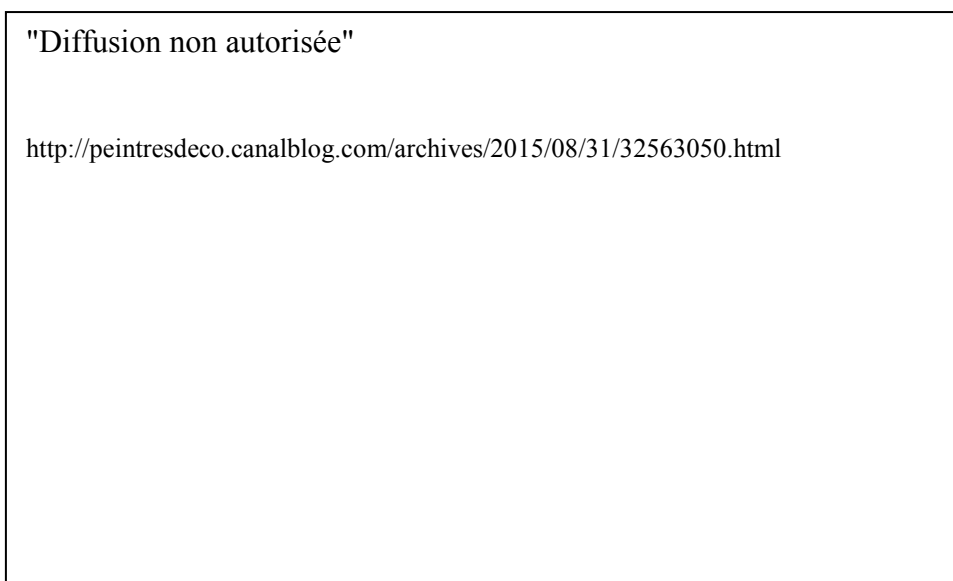
Pour évaluer l'expérience que peut fournir une mission, nous allons utiliser la méthode des prédictions [Law, 2011], c'est à dire pronostiquer la valeur de l'expérience que vit le visiteur-joueur lors de la résolution des intrigues proposées par la mission. Ce travail est central aux projets de conceptions d'expérience utilisateur [Law, 2011]. Les éléments qui peuvent intervenir dans ce processus sont :

- internes au jeu :
 - l'activité,
 - le feedback,
 - le temps laissé pour réaliser la mission,

- les ressources autres que les éléments de contexte,
- les autres acquis,
- mais également externes à celui-ci liés au contexte, c'est à dire à la pervasivité du jeu :
 - présence de personnes,
 - caractéristiques du site : ambiance, lumières, scénographie
 - psychogéographie,

A certains, voire tous ces éléments, je propose d'associer un potentiel d'expérience qui constituera une prédiction [Law, 2011].

La difficulté est d'évaluer ce potentiel d'expérience. Or, nous pouvons noter que l'expérience semble assujettie à certaines propriétés de la mission ou de son contexte. Plus précisément, dans le cas d'une ressource, l'expérience dépend de ses caractéristiques : un texte comportant 10 trous sera plus difficile à compléter qu'un texte n'en comportant que 3, un puzzle de 30 pièces à résoudre en 1mn sera plus stressant que le même à réaliser en 5mn, gagner le gros lot est plus enthousiasmant que de gagner un lot de consolation, un recueillement devant une œuvre sera plus facile à réaliser dans une pièce peu fréquentée que dans celle accueillant la Joconde, par exemple (cf. Figure 63).



<http://peintresdeco.canalblog.com/archives/2015/08/31/32563050.html>

Figure 63 : Louvre : salle de la Joconde

Les potentiels d'expérience ludique et non ludique peuvent donc être directement associés à certaines composantes de la mission, comme l'activité, le feedback, les ressources non valorisées mais pour d'autres (chronométrage, ressources valorisées), ils sont liés à certaines valeurs de leurs attributs. Je considérerai qu'un composant ou une valeur de caractéristique peut être associée à plusieurs types d'expérience (cf. Figure 64).

Prédire le potentiel d'expériences d'une mission, c'est donc calculer ses pronostics d'expériences à partir des potentiels de chacun de ces constituants et de son contexte d'exécution. Cette opération apparaît comme la réduction des potentiels de même type de chacun des composants de la mission et de son contexte. Dans le cas d'une mission composée, à chaque niveau de la hiérarchie et pour chaque type d'expérience, le potentiel d'expérience de chacune des missions sera défini comme la réduction des potentiels d'expérience des missions filles, le contexte n'étant pris en considération que pour la mission mère. La définition du principe de réduction sort du cadre de cette thèse. Le plus simple serait sans doute le principe de la moyenne.

Ces prédictions peuvent être étalonnées à l'aide de tests préalables [Gal and Gressier-Soudan, 2016] puis confortées ensuite ou modifiées par l'analyse des données issues des différentes sessions de jeu. Ces tests peuvent être identiques à ceux éventuellement mis en œuvre pour définir les valeurs des expériences vécues durant le jeu à partir des données brutes. Cela permet d'en assurer la cohérence avec les données produites durant le jeu.

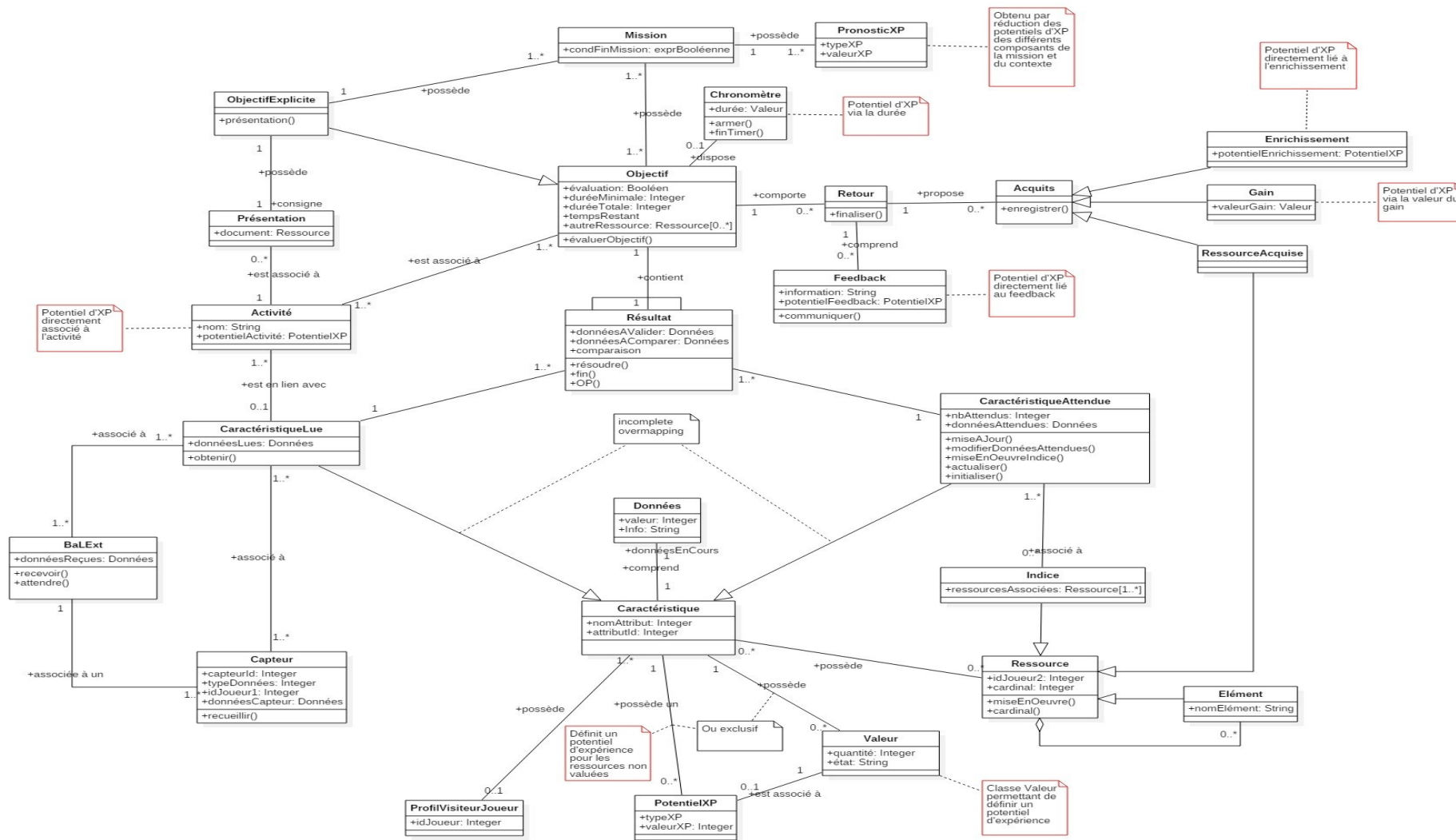


Figure 64 : Diagramme de classes pour le pronostic d'expérience d'une mission

2.2.6.2.4 Les principes de l'équilibrage

Dans le cadre de cette thèse, l'équilibrage du jeu de visite repose sur l'adaptation de la mission, afin que les nouveaux pronostics d'expériences qui lui sont associés permettent de proposer au visiteur-joueur des expériences ludiques et/ou non ludiques suffisantes pour satisfaire ses attentes.

Nous appellerons "mission substituée" :

une mission substituée à une autre sans modification des objectifs et des acquis du jeu.

2.2.6.2.4.1 Les missions substituées

Les missions "substituées" sont conçues à partir d'une mission existante afin d'obtenir des potentiels d'expériences satisfaisant pour le profil du visiteur-joueur (Spéc 7.2). Comme nous l'avons vu dans le sous-chapitre précédent, le pronostic d'expérience d'une mission est déduit du pronostic d'expérience associé :

- aux valeurs des caractéristiques des ressources de cette mission
- aux valeurs de ses composants,
- ou aux composants eux-mêmes,

lorsqu'ils n'interviennent pas directement dans le résultat.

Faire varier ces valeurs ou ces composants est un premier moyen pour créer une mission "substituée". Il répond à la spécification Spéc 7.1 établie au début de ce chapitre (cf.2.2.1.1).

Cependant, la conclusion 2.2.6.2.2.3 ci-dessus suggère qu'il est également possible de substituer des composants impliqués dans le résultat, plus précisément un des éléments de l'articulation Activité/Ressource, sous les conditions suivantes :

- une activité peut être remplacée par une autre si :
 - elle n'est pas liée à une caractéristique lue
 - elle est liée à une caractéristique lue mais
 - la nouvelle activité également

- et la nouvelle activité retourne des données compatibles avec les données attendues

dans tous les cas, ce changement peut impliquer des contraintes dans la présentation,

- selon son rôle, une ressource peut remplacer une autre ressource :
 - si la précédente est le sujet de l'activité et que la nouvelle
 - possède une caractéristique égale à :
 - la caractéristique attendue
 - et/ou la caractéristique lue
- de cette dernière. Ce changement peut impliquer des contraintes sur les indices associés.
- est un ensemble d'éléments, comme la précédente, qui ne diffère de celle-ci que par la valeur de son cardinal.
 - si la précédente est une présentation, la nouvelle présente la même activité que celle de l'objectif,
 - si la précédente est un indice, la nouvelle possède la même caractéristique attendue et est associée à la même ressource.

Une mission "substituée" peut donc être obtenue par modification des constituants ou des valeurs des caractéristiques de ces constituants lorsqu'ils n'interviennent pas directement dans le résultat, mais également par création d'une nouvelle mission, en substituant, sous certaines conditions, une activité ou une ressource mise en œuvre dans l'obtention du résultat.

2.2.6.2.4.2 Equilibrer

Le processus décrit ici est une proposition d'équilibrage conçue pour présenter la mise en application des missions "substituées" et finaliser la modélisation en cours. Comme dit précédemment, il effectue une micro-adaptation [Koidl et al., 2010] en reconfigurant les missions, afin que l'expérience pronostiquée soit supérieure à des seuils, définis pour chaque dimension, ludique ou non ludique. Ces seuils constituent les conditions d'équilibre du jeu et sont intégrés à ses règles de sélection.

L'équilibrage intervient en cours de processus de recommandation, lorsque ce dernier a déterminé l'ensemble des missions éligibles. Il agit comme un filtre supplémentaire, déterminant très précisément les paramètres des missions (cf. Figure 55, message 20). Si l'expérience vécue, déterminée à l'issue de la mission qui s'achève, ne satisfait pas le niveau d'expérience prévu, un équilibrage est alors tenté. Sinon, rien n'est entrepris : le modèle de parcours associé au profil du visiteur-joueur est supposé lui convenir.

Pour chaque mission éligible, le processus d'équilibrage peut rechercher :

- les valeurs des attributs des ressources qui permettent d'obtenir un pronostic d'expérience le plus proche possible de l'expérience désirée. Les missions ainsi modifiées sont conservées dans une liste séparée (listeMissionEquil).
- des missions "substituées" conçues en faisant varier l'activité ou les ressources ainsi que les valeurs des attributs de cette dernière pour atteindre le pronostic d'expérience souhaité. Les missions ainsi modifiées sont conservées dans une liste séparée (listeMissionSubst).
- les valeurs du contexte qui peuvent influencer l'expérience du visiteur-joueur dans la direction désirée. Les missions ainsi modifiées sont conservées dans une liste séparée (listeMissionCtxt).

A chaque nouvelle recherche, le processus de recommandation sélectionne les missions, issues de la liste précédente et de la nouvelle liste, qui possèdent une configuration optimale pour les règles de sélection.

Si une ou plusieurs missions satisfont les conditions d'équilibre, elles sont retournées au processus de recommandation. Sinon, le processus d'équilibrage passe à la recherche suivante. Si le processus d'équilibrage échoue, c'est la première liste qui est retournée.

Les notions de proximité d'expérience utilisées par le processus d'équilibrage ne sont pas étudiées dans cette thèse. Des travaux existent par ailleurs dans ce domaine, comme [Bellotti et al., 2009]. Elles sont des constituants des règles d'équilibrage et de sélection du jeu et font partie de la politique d'équilibrage de ce dernier, au même titre que l'ordre de réalisation effective des différents traitements du processus d'équilibrage présentés ci-dessus. Par exemple, cette politique peut également définir si la recherche sur la contexte doit être réalisée systématiquement ou seulement s'il n'existe pas de mission proposant une expérience suffisamment proche de celle souhaitée. La Figure 65 représente un équilibrage avec le séquençement suivant :

- recherche sur les valeurs d'attribut des ressources et des activités
- si nécessaire : recherche sur le contexte.
- si nécessaire : recherche sur les missions "substituées".

La politique d'équilibrage et le modèle d'association paramètre-potentiel d'expérience sont des composantes de la configuration du jeu de visite.

Cette étude m'a amené à reconsidérer certains choix effectués précédemment. Ainsi :

- l'expérience vécue est mémorisée par la mission et non plus par la session car la mission disposant des données brutes issues des interactions du joueur et du contexte avait les moyens de calculer l'expérience vécue par le joueur lors de la fin de mission. C'est d'autre part une information intéressante à conserver ensuite pour des analyses ultérieures.
- la mission conserve également le contexte ayant présidé à sa recommandation et à sa sélection par le système d'équilibrage. Il constitue son contexte initial d'exécution et peut permettre d'analyser ce choix après coup.

Des diagrammes de classes et de séquences précédents, comme la Figure 57, seraient à modifier en conséquence.

Le diagramme de classe complet pour l'étude du scénario SN2 se trouve dans la Figure 66.

Pour des questions de lisibilité, les modifications suivantes ont été apportées aux diagrammes précédents :

- PronosticXP a été réintégré dans Mission,
- Score et Magasin sont référencés directement dans ProfilVisiteurJoueur. L'association entre les deux premières classes et la dernière n'apparaît plus sur le modèle,
- La relation entre la classe ProfilVisiteurJoueur et Caractéristique a été précisée. Ce n'est pas le profil complet du visiteur-joueur mais ses composantes internes qui sont susceptibles d'être modifiées en cours de mission. C'est pourquoi l'association existant préalablement entre ProfilVisiteurJoueur et Caractéristique dans la Figure 64 est remplacée par une association entre ComposantsInternes et Caractéristique,
- L'acquis permettant un enrichissement personnel du visiteur-joueur modifie ses connaissances, c'est à dire ses référentiels. Une référence croisée entre la classe Référentiel et Enrichissement a été créée en lieu et place de l'association directe entre ces deux classes,
- Les différentes listes gérées par le processus d'équilibrage sont intégrées dans la classe ListeEquilibrée et n'apparaissent pas sous forme d'association dans le diagramme,
- les associations entre la CaractéristiqueLue et la BaLExt d'une part et le Capteur d'autre part ont été remplacées par des références dans la classe CaractéristiqueLue.

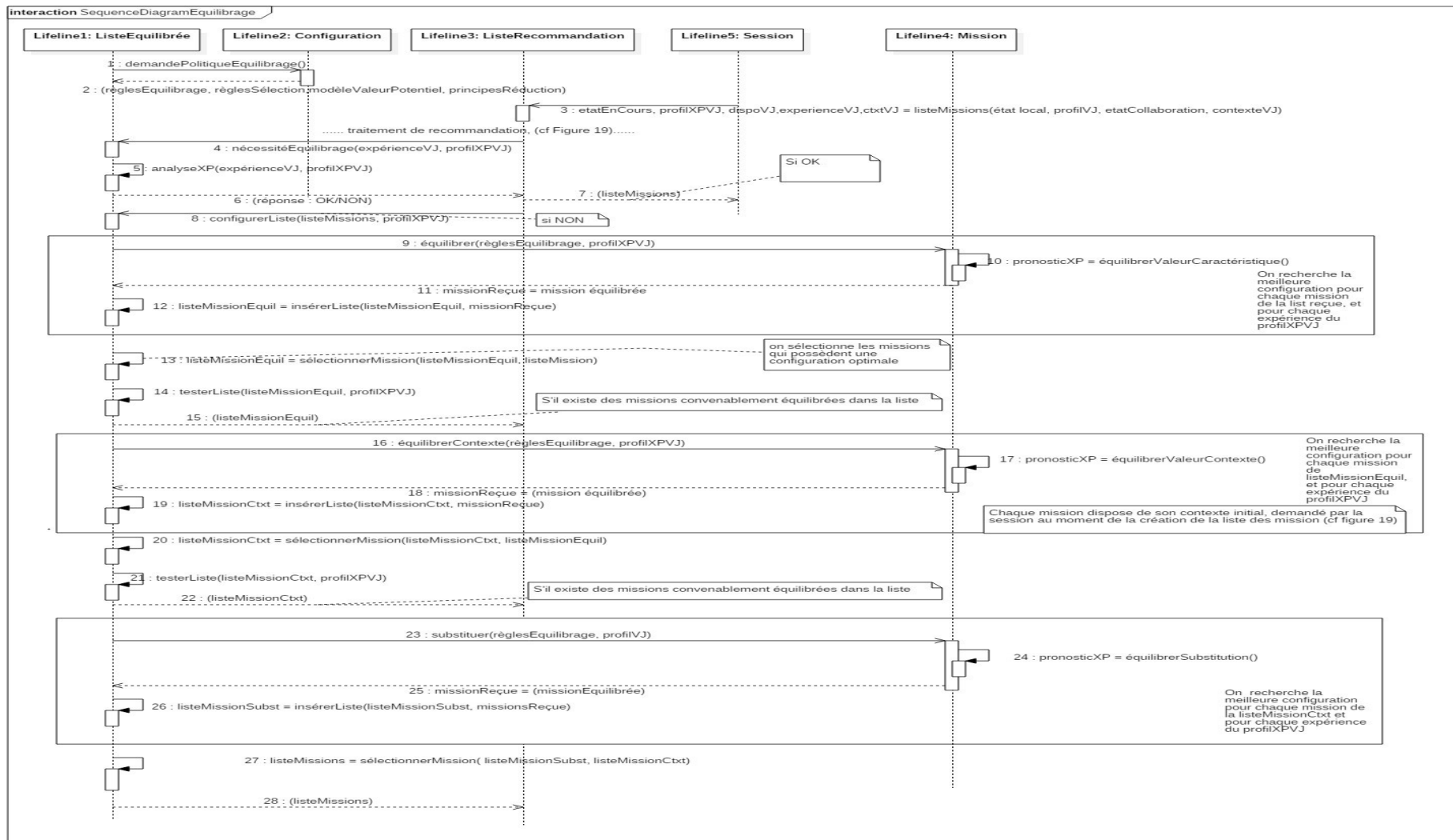


Figure 65 : Diagramme de séquence de l'équilibrage (partie gauche)

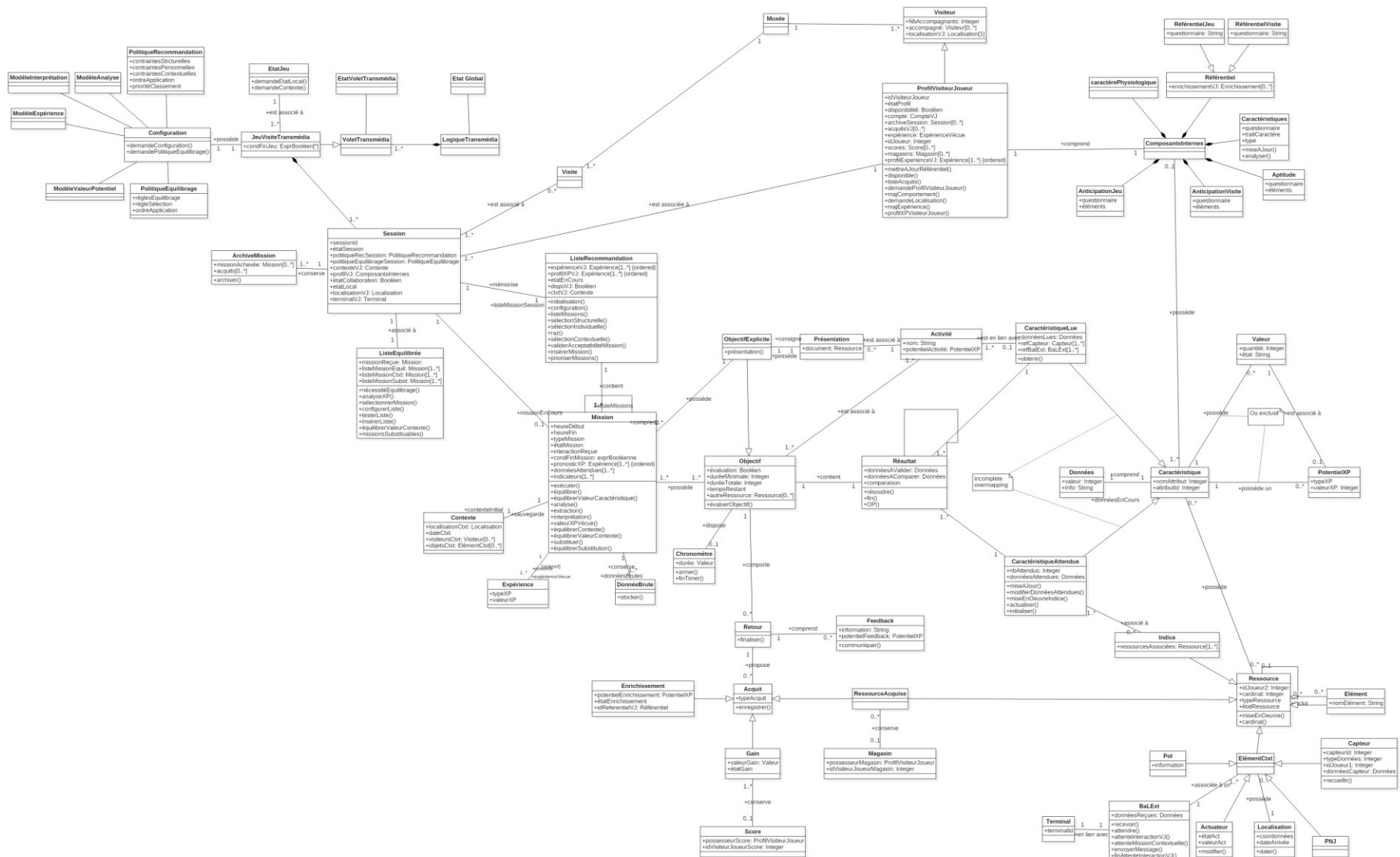


Figure 66 : Diagramme de classe complet

2.2.7 L'architecture logicielle

En l'absence des diagrammes d'état, il est difficile de définir précisément l'architecture logicielle associée au jeu de visite. De plus, le rééquilibrage par mission substitué peut être très gourmand en mémoire et en temps de traitement. Il influe donc nécessairement sur l'architecture logicielle qui sera adoptée. Cependant, l'analyse déjà réalisée et l'état actuel de la modélisation nous laisse entrevoir un certain nombre d'éléments.

2.2.7.1 Les packages

Ils correspondent aux différentes fonctionnalités du jeu de visite et à son intégration au sein de la logique transmédia. Ces découpages constituent une première proposition, qui sera à compléter dès le fin de la thèse :

- la logique transmédia qui s'intéresse à la gestion des différents volets transmédia,
- le profil du visiteur-joueur
- le jeu de visite, autour de la classe Session. Il s'occupe de coordonner les processus de recommandation et d'équilibrage, de gérer le lancement et la fin de la mission en cours.
- le contexte
- le module de recommandation
- le module d'équilibrage
- la mission. Elle coordonne les interactions du visiteur-joueur lorsqu'il cherche à atteindre ses objectifs et vérifie et valide les résultats obtenus.
- les données. Il s'agit ici de toutes les fonctions d'accès en lecture et écriture mais également de vérification de la cohérence et de l'intégrité des données qui constituent l'état du jeu.

Ces packages peuvent constituer autant d'agents. La question de l'architecture est la question de l'implantation de ces agents

2.2.7.2. Une architecture à composants ?

Dans sa thèse sur la démarche de développement à base de composants métiers Symphony, Ibtissem Hassine a fait la synthèse des différentes définitions de la notion de

composant en ne conservant que les propriétés communes à l'ensemble des approches [Hassine, 2005]. Elle en a conclu qu'un composant était :

"une unité réutilisable, autonome et remplaçable du système. Il peut être spécifié et développé indépendamment, il est défini par un ensemble d'interfaces spécifiant les services fournis et les services attendus par d'autres composants et peut être assemblé à d'autres composants" [Hassine, 2005].

L'architecture à composant permet ainsi une grande souplesse.

Lorsqu'elle est utilisée pour implanter la gestion d'un jeu, il est alors possible d'y ajouter ou d'en modifier des fonctionnalités, telle que des composants d'interface ou de traitement de ces interfaces, sans perturber le reste de l'application (Spéc 7.2). Ce fut un des apports fondamentaux de la plateforme à composants orientée service iPOJO, mise en œuvre par Romain Pellerin dans l'intergiciel uGasp sur le projet PLUG [Pellerin, 2009]. Elle permet notamment de reconfigurer le jeu en une nuit, pour basculer d'un système de localisation à un autre.

Une telle architecture favorise également la création d'applications intégrant des composants conçus de façon indépendante et déjà validés. Inclure des modules d'interface existants et testés libère le développeur de la conception de ces composants logiciels, lui permettant de se concentrer sur les modules strictement métier. Ils assurent une plus grande fiabilité et maintenabilité du logiciel complet, ainsi qu'une possibilité d'extension de ce dernier à l'aide d'autres composants existant au sein de l'intergiciel. Ils offrent la transparence technique décrite dans la Spéc 8.

La conception des systèmes de recommandation et d'équilibrage sous la forme de composants autonomes, cruciaux pour les jeux de visite, serait un avantage car elle faciliterait leur mise en œuvre et leur déploiement. En effet, pouvoir les changer en fonction de la politique de recommandation ou d'équilibrage permettrait une plus grande souplesse dans l'utilisation du jeu.

2.2.7.3 Vers des systèmes autonomiques ?

L'articulation Activité/Ressource mise en évidence en modélisant le concept de mission d'un jeu de visite amène l'idée d'une reconfiguration dynamique de composants logiciels. Divers travaux de recherche ont contribué à ce domaine [Su et al., 2013], [Ni et al., 2014] [Seinturier et al., 2012], y compris dans des environnements pervasifs [Belaramani et al., 2003], [Bourret, 2014], [Alvares et al., 2017].

[Alvares et al., 2017] s'intéresse à l'auto-adaptation de composants logiciels sensibles à leur environnement. Le langage Ctrl-F permet de spécifier les comportements de ces composants, leurs assemblages et les événements et conditions qui président à ces derniers. Une compilation déduit de cette spécification les automates à états finis associés à chaque composant, ainsi que les conditions définissant les transitions entre les configurations. Dans cet article, les auteurs étendent le langage Ctrl-F afin de lui permettre d'utiliser des composants déjà existants, et de pouvoir profiter de l'aspect modulaire de ces derniers.

Dans le cadre de la plateforme iPOJO, Pierre Bourret [Bourret, 2014] s'interroge sur la gestion dynamique de l'adaptation d'applications pervasives autonomiques. Il propose une architecture reposant sur trois gestionnaires autonomiques ou *Autonomic Manager (AM)* :

- le premier, au niveau global maintient la topologie et la configuration du système de façon appropriée pour l'application. Il gère également les conflits entre les deux autres AM,
- le second fait en sorte que le composant dispose des meilleures ressources dans l'environnement qui est le sien et l'administration demandée par l'AM global,
- le troisième intervient au niveau des liaisons pour choisir le composant le plus adéquat étant donnée la topologie souhaitée par le AM global.

Cette architecture permet une adaptation dynamique de l'application en maintenant les objectifs métiers et la cohérence de celle-ci, tout en proposant les solutions optimales compte tenu de l'état de son environnement d'exécution [Bourret, 2014].

Même si les résultats de ces deux articles de recherche ne peuvent pas être associés dès maintenant, nous pouvons penser que dans un temps prochain, il sera possible de réaliser des applications autonomiques à partir de composants pré-existants et dont de la reconfiguration s'effectuera elle-même de façon autonome.

Réfléchir aux activités et ressources du jeu de visite en termes de composants, c'est pouvoir les concevoir de façon indépendante, les stocker et les mettre à disposition pour être associés à d'autres au sein de jeux de visite. Si cela est réalisable, ces travaux peuvent indiquer qu'elles pourront être combinées dynamiquement au moment de l'exécution du jeu, selon une politique d'équilibrage, elle-même adaptable en cours de jeu.

2.2.7.4 Le système d'information

Le système d'information du jeu repose sur le modèle de la logique transmédia. Le modèle que j'ai conçu concerne le jeu de visite dans un musée, sans s'attarder sur les autres aspects de la logique transmédia, mais nous pouvons déjà anticiper que le système d'information décrira :

- les différents agents collaborant au sein du jeu, et contribuant chacun à gérer l'état du jeu,
- la configuration du jeu. Elle peut être définie en dehors du jeu grâce à un éditeur approprié et conçu à partir des concepts existants au cœur du système d'information.

Les informations gérées au sein du jeu possèdent des temporalités différentes, associées aux différents packages présentés ci-dessus. Certains objets existent au delà du jeu de visite. Ce sont ceux liés à l'aspect transmédia, au profil du joueur, à la gestion des données et à la configuration. Ils correspondent à une temporalité "longue" (cf Figure 67). Les gestions du contexte et du jeu de visite s'écoulent sur une temporalité que je qualifierais de "moyenne" car elle dure le temps de la session de jeu. Enfin, les modules d'équilibrage, de recommandation et la mission possèdent une vie plus "courte", inférieure à celle du jeu.

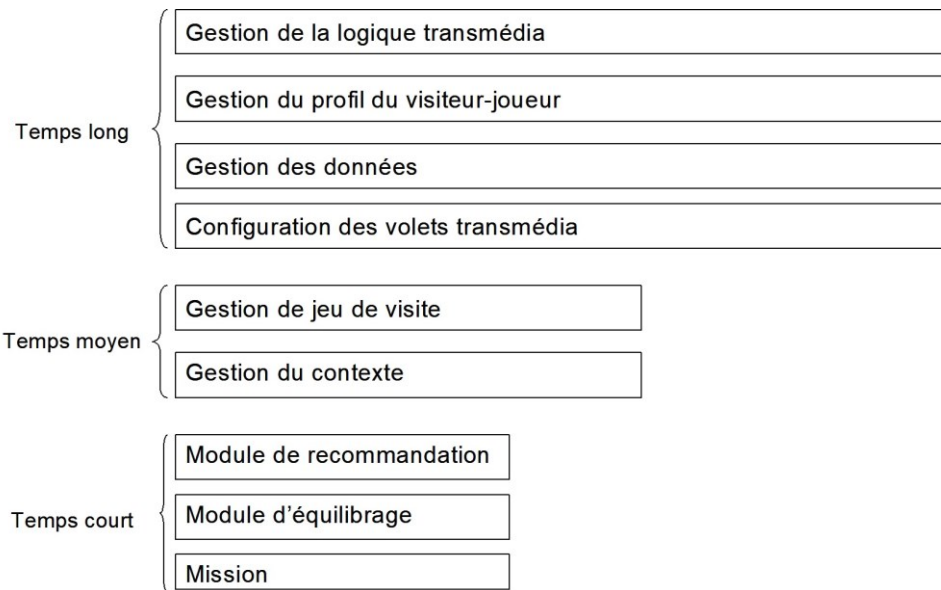


Figure 67 : Différentes temporalités au sein du système d'informations

Le système d'information peut également contenir différentes statistiques (non étudiées ici) réalisées en cours de jeu comme la fréquence des interactions avec certains objets du musée, l'arrêt non prévu devant des œuvres etc. Ces données sont particulièrement intéressantes d'une part pour évaluer le comportement du joueur durant la visite, d'autre part pour connaître son parcours et évaluer les lieux ou œuvres pour lesquels il possède le plus d'intérêt. Enfin, ces données peuvent être également utiles au musée lui-même.

2.2.8 Conclusions

Bien que les diagrammes d'état de l'étude des cas dynamiques n'aient pas été réalisés et que ses diagrammes de classes nécessitent encore des compléments d'étude, il est possible d'effectuer dès maintenant un bilan des travaux présentés dans ce chapitre. Continuer à modéliser aurait impliqué des délais supplémentaires et donc nécessité plus de temps. Cette première proposition définit déjà un périmètre sur lequel il est possible de réfléchir. Elle a mis en lumière les éléments qui influent directement sur l'expérience du visiteur-joueur, a abouti à un modèle de jeu de visite équilibrable et a suggéré une méthode pour équilibrer ce type de jeu. Elle sera complétée dans les perspectives immédiates de cette thèse.

Deux ensembles d'éléments influent sur l'expérience du visiteur-joueur : son contexte (personnes présentes, points d'intérêt ludiques, cognitifs, culturels ou strictement personnels,

les actionneurs et les capteurs), les constituants du jeu et du musée (mécaniques de jeu et muséographie). Ces résultats complètent ceux de [Engl and Nacke, 2013] ou [Pereira and Roque, 2014], en y intégrant des éléments propres au musée. Les points d'intérêt rattachent le visiteur au parcours en créant des tensions avec les connaissances du visiteur-joueur ou son histoire personnelle. La muséographie joue avec l'esthétique et l'espace pour mettre en scène le parcours du visiteur, rendre perceptible le discours des commissaires d'exposition et émouvoir. Tous participent à la construction de ce que Dominique Gélinas appelait un *sensorium* [Gélinas, 2014].

La modélisation de la mission d'un jeu de visite a permis d'en recenser les constituants qui permettent de faire varier l'expérience du visiteur joueur. Cet inventaire a mis en exergue les caractéristiques des éléments propres au jeu (ressources et activités) mais surtout l'importance de celles du contexte. Elles peuvent exercer une influence sur ce que vit le visiteur-joueur, de façon significative. La modélisation a également fait apparaître des articulations possibles entre activité et ressource de la mission, ouvrant des voies vers un processus d'équilibrage (cf.2.2.6.2).

Suite à ces résultats, j'ai proposé un équilibrage à double possibilités (cf.2.2.6.2.4) :

- l'une module les caractéristiques des éléments du jeu et du contexte pour nuancer l'expérience vécue par le visiteur-joueur. A cet effet, chaque valeur de la caractéristique modifiable possède un potentiel d'expérience par type d'expérience. Ce potentiel quantifie la qualité du type d'expérience à laquelle il est associée. En faisant varier la valeur de la caractéristique, il est possible de faire évoluer l'expérience vécue par le visiteur-joueur,
- l'autre modifie le couple activité/ressource sans changer ni les objectifs de la mission, ni ses acquis, afin de préserver le séquençement du jeu. C'est ce que j'ai appelé une "mission substituable". L'activité ou la ressource est choisie en fonction de son potentiel d'expérience pour le type d'expérience souhaité. Cette adaptation dynamique du jeu de visite paraît pouvoir s'envisager grâce aux architectures à composants qui permettraient de substituer un composant, activité ou ressource, par un autre du même type en cours de jeu (cf.2.2.7.3).

3 Conclusions

L'objectif de cette partie était de rechercher comment équilibrer un jeu de visite pour un musée grâce à l'expérience de la personne qui visitait en jouant. Je m'y suis donc intéressée d'une part à la notion d'expérience du visiteur joueur, d'autre part à la composition d'un jeu de visite, et plus particulièrement au concept de Mission, proposée au joueur dans ce type de jeu.

L'étude du profil de l'utilisateur a permis de montrer qu'un visiteur de musée n'est pas qu'un apprenant mais qu'il peut y venir avec d'autres motivations, d'autres attentes. Un jeu pour visiter un musée n'est donc pas uniquement un jeu de médiation. Il est caractérisé par une dimension ludique et une dimension de visite dans laquelle la médiation n'est qu'un des aspects. J'appelle ce type de jeu : "jeu de visite".

En construisant le profil de son utilisateur, j'ai constaté que le principe de construction de l'expérience de jeu est identique à celle de l'expérience de visite. Elles s'élaborent toutes deux à partir de la résolution des intrigues que le jeu ou la visite crée, en mettant en tension les attentes du visiteur et du joueur et ce que lui propose la visite ou le jeu. La résolution s'effectue grâce aux référentiels ludiques et de visite qu'il possède et grâce à ses acquis en cours de jeu et de visite. Les attentes et les référentiels constituent ainsi les principaux traits d'un profil centré sur l'expérience, que ce soit pour un joueur ou pour un visiteur.

Équilibrer le jeu, c'est vouloir faire vivre à l'utilisateur :

- l'expérience de jeu qu'il désire en choisissant d'effectuer une visite jouée
- mais également l'expérience de visite qu'il a envisagée en venant au musée.

C'est pourquoi je parle de "visiteur-joueur". La similarité des processus de création de ces deux expériences m'a permis d'envisager un équilibrage identique pour les deux dimensions et indépendant de leur nature. Ma proposition est d'équilibrer le jeu non pas en diminuant l'expérience ludique pour favoriser l'expérience non ludique, ou vice-versa, mais en faisant vivre pleinement l'expérience associée à la motivation initiale du visiteur-joueur et assurer au minimum une expérience de bonne qualité pour l'autre dimension du jeu de visite. Cette

proposition d'équilibrage est inspirée de l'étude de [Sutter Widmer and Szilas, 2017] semblant indiquer que la qualité de l'expérience éprouvée au cours d'un jeu sérieux dépendrait de la satisfaction de l'attente initiale, ludique ou sérieuse, du joueur et que l'autre dimension du jeu n'était acceptée qu'à cette condition.

Dans le second sous-chapitre, je me suis plus particulièrement intéressée au moyen de réaliser cet équilibrage dynamique. J'ai pris le parti de ne pas changer le délicat enchaînement d'objectifs et d'acquisitions élaboré par les concepteurs du jeu de visite et de réaliser une micro-adaptation par modification des constituants des missions du jeu.

La modélisation du jeu de visite, réalisée en suivant la méthode 2TUP, fut centrée plus particulièrement sur les processus de recommandation des missions suivantes et d'équilibrage.

Elle m'a conduit à définir les notions de :

- "potentiel d'expérience" : valeur de la qualité d'expérience que peut procurer un constituant d'une mission ou un élément du contexte du joueur. Elle est associée à la valeur d'un attribut de ces constituants ou éléments.
- "mission substituée" : mission obtenue par :
 - modification de la valeur des attributs des constituants de la mission afin d'optimiser la valeur d'expérience,
 - modification, sous certaines conditions, de l'activité ou des ressources proposées au visiteur-joueur par la mission

Elles m'ont permis de concevoir un procédé d'équilibrage des missions selon la méthode des pronostics pour offrir au visiteur-joueur une expérience cohérente avec son profil, déterminé au début du jeu de visite.

Ce procédé propose de modifier certaines caractéristiques du jeu par d'autres, ayant un potentiel d'expérience plus proche de celui que le jeu de visite souhaite fournir au visiteur-joueur. Parmi ces caractéristiques se trouve le cœur de la mission : le couple activité/ressource (cf 2.2.6.2.2). Durant le jeu "PLUG Université Paris Nuit", l'approche à

composants de la plateforme uGasp avait permis de configurer très finement la composition logicielle de l'application en choisissant les éléments logiciels nécessaires ou en remplaçant d'autres, afin de constituer un jeu sur mesure. L'idée ici est de pouvoir réaliser la même chose mais dynamiquement, en cours de jeu, ce que semble permettre une démarche autonome (cf 2.2.7.3). Les composants pourraient alors être conçus en amont du jeu par un éditeur spécifique. En cours de jeu, ils seraient chargés selon une politique prédéfinie au fur et à mesure du jeu selon le potentiel d'expérience nécessaire pour le visiteur-joueur.

Conclusion

1. Conclusion

Le numérique est omniprésent dans notre vie mais le choix de l'intégrer aux dispositifs de médiation d'un musée ne va pas de soi. En effet, certains musées souhaitent préserver la bulle de tranquillité qu'ils représentent et maintenir l'impression que le musée est un espace hors du temps. D'autres cependant, envisagent le numérique comme une opportunité d'ouvrir leur discours à d'autres sources d'informations et d'offrir de nouvelles formes de médiation, adaptées à leur époque et aux demandes des visiteurs. Ils y voient aussi la possibilité d'élargir leur public et d'inscrire leur établissement dans le XXIème siècle.

Professionnelle de musée ayant participé à plusieurs projets de recherche sur la médiation numérique au musée, mais également informaticienne avec une expérience antérieure de guide dans une grande ville touristique, les conditions de l'inscription du numérique au sein du musée est une question qui me passionne, et tout particulièrement, celle du jeu numérique en tant que dispositif de visite.

En effet, le jeu numérique participe à l'ouverture des musées. Mais, alors que plusieurs propositions existent déjà, il m'a paru important de mieux comprendre les spécificités de tels jeux pour pouvoir ensuite réfléchir à la manière dont ils pourraient satisfaire les demandes du public. Cette thèse s'est donc d'abord attachée à caractériser ces jeux puis elle a recherché les causes de l'expérience qu'ils procurent, avant de déterminer les leviers et procédés à mettre en oeuvre pour adapter cette expérience à celle désirée par le visiteur-joueur.

La première conclusion est que, bien que l'état de l'art considère le jeu de visite d'un musée comme un jeu sérieux pervasif et transmédia, l'étude d'un public à la fois joueur et visiteur nous a montré qu'il fallait peut-être revoir ce positionnement. La conclusion de la seconde partie est double. Elle propose un inventaire des possibilités de micro-équilibre du jeu par l'expérience du visiteur joueur et une proposition de leur mise en oeuvre. J'entends par micro-équilibre la définition de [Koidl et al., 2010] : équilibre obtenu en conservant l'ordonnancement initial des missions.

1.1 Un jeu de visite pervasif, transmédia et multi-expériences

Selon l'état de l'art, un jeu de visite dans un musée est un jeu sérieux pervasif et transmédia.

C'est un jeu pervasif car il doit posséder une perméabilité entre le monde réel et le monde virtuel, celui du jeu, afin de créer un lien entre le visiteur-joueur et les collections. Ce lien peut être le résultat :

- d'une proposition du jeu d'aller vers les œuvres,
- d'un appel de ces dernières,
- de l'intérêt du visiteur pour un objet particulier.

Dans tous les cas, le jeu associe la découverte des expôts aux intérêts du visiteur. Or ces derniers sont fonction non seulement de sa personnalité mais également des intérêts des personnes qui l'accompagnent éventuellement (cf Partie 2 Chapitre 1) et de la présence d'autres visiteurs à proximité (cf Partie 1 Chapitre 1). La prise en compte du contexte du visiteur-joueur,

- spatial, social et temporel,
- matériel, immatériel et humain,

est donc primordiale. La modélisation du jeu de visite réalisée dans la dernière partie de cette thèse indique que ce contexte influence :

- le choix des missions car le système de recommandation intègre les missions issues du contexte et propose des missions en lien avec les objets du musée.
- l'équilibrage car le système d'équilibrage peut éventuellement modifier le contexte pour augmenter l'expérience de jeu du visiteur-joueur.

Le jeu de visite dans un musée est naturellement transmédia car le musée est transmédia. Les

œuvres exposées génèrent de multiples histoires, qui se mêlent et créent un univers très riche. En inscrivant sa narration au cœur de celui-ci, le jeu s'intègre naturellement dans une logique transmédia.

Il existe d'autre part de nombreuses voies d'accès au musée, au-delà de son enceinte, qui se différencient par leur thématique, leurs supports et leurs temporalités (sites web, publications de tous types, critiques, visites guidées, etc.). Ces propositions offrent des angles de vue renouvelés sur le musée, s'accompagnent de tous types de média, permettant de les échelonner dans le temps. Coordonnées, elles constituent une logique transmédia susceptible d'attiser la curiosité du public et d'attirer le futur visiteur vers le musée depuis son espace d'entrée à la culture : son foyer. Elles créent des passerelles vers le musée par des médiations qui le mettent en scène, lui et ses collections.

Un jeu pour visiter un musée est un jeu multi-expériences qui ne se limite pas à une dimension sérieuse. En effet, lorsque ce dispositif est choisi, le visiteur-joueur possède deux attentes : visiter et jouer. Toutes les études consacrées à l'équilibrage des jeux de visite dans un musée associent visite et cognition. Or, cette thèse montre l'insuffisance de cette approche : un visiteur n'a pas nécessairement envie d'apprendre ou de comprendre, il peut venir au musée pour d'autres raisons : par simple plaisir de la découverte, par aspiration à trouver de la tranquillité, par déférence envers une personne ou une idée [Falk, 2012] ou par obligation. Dans les premiers cas, c'est la satisfaction de ces attentes qui procurera les expériences non ludiques du visiteur-joueur. Dans le dernier, l'expérience ludique peut l'inciter à vivre une expérience inattendue, à laquelle peut venir se greffer ensuite une expérience plus sérieuse. Il existe donc plusieurs profils de visiteurs que le jeu doit tous prendre en considération.

1.2 Un équilibrage dynamique en fonction de l'expérience vécue

Cette diversité de profils fait que l'équilibrage d'un jeu de visite par l'expérience est un équilibrage multi-dimensionnel, dans la mesure où il est conçu pour gérer plusieurs dimensions non ludiques, même si, dans le cadre de cette thèse, j'ai réduit le traitement à deux dimensions : une ludique et une de visite.

Le système d'équilibrage dynamique que j'ai proposé repose sur la nature et les particularités :

- des éléments du jeu et de la visite
- du contexte

constituant le cœur des missions présentées par le jeu. En effet, un déséquilibre peut intervenir dans le jeu lorsque le visiteur-joueur a le sentiment de ne pas vivre les expériences qu'il désire. L'objectif de cette thèse était donc de trouver un moyen d'assurer au visiteur-joueur qu'il vivra les deux expériences souhaitées. Le travail effectué sur le profil du visiteur-joueur nous a montré que l'expérience ludique et l'expérience de visite possédaient un processus de création identique. S'il existe un déséquilibre, ce n'est donc pas parce qu'un des processus est plus prégnant que l'autre mais parce que les causes de sa création ne sont pas assez nombreuses.

L'expérience vécue est le résultat de la résolution, grâce aux référentiels de visite [Schmitt, 2012] ou de jeu [van Vught et al., 2012] du visiteur-joueur, des tensions, ou intrigues, créées par le jeu ou la visite en fonction des attentes du visiteur-joueur. Si une expérience n'est pas ressentie à la hauteur des attentes du visiteur-joueur, c'est que :

- soit il n'existe pas assez d'intrigues associées à ce type d'expérience
- soit le référentiel permettant la résolution de ces intrigues n'est pas suffisant. Cette constatation est conforme à l'expérience menée au Louvre [Krebs and Alfandari, 2013] et au travail de [Csikszentmihalyi and Robinson, 1990] sur le Flow dans les musées.

Ce dernier point concerne les connaissances du visiteur-joueur acquises en amont du jeu, sujet que je n'ai volontairement pas abordé, préférant me centrer sur les intrigues.

Dans un jeu de visite, elles sont conçues grâce :

- aux missions du jeu, plus exactement aux objectifs, proposés pour créer des tensions,
- à la muséographie qui présente des œuvres ou des mises en scènes particulières chargées de questionner ou émouvoir le visiteur-joueur [Gélinas, 2014].

Afin d'augmenter le nombre d'intrigues associées à l'expérience manquante, une première

solution est de changer les objectifs de jeu en temps réel, c'est à dire revoir l'ordonnancement des missions, afin d'en proposer d'autres, plus susceptibles de générer l'expérience désirée (macro-adaptation [Koidl et al., 2010]). Mais, nous l'avons vu, si le jeu déploie une narration, modifier les objectifs peut créer des problèmes de cohérence dans cette dernière [Damala et al., 2013], [Astic, 2014]. Ma proposition est autre et s'inspire de mon expérience de guide en choisissant de moduler l'expérience associée aux intrigues (micro-adaptation [Hoild et al., 2010]). Cette thèse a permis de préciser :

- les constituants de la mission sources de l'expérience,
- comment et dans quelles conditions ils pouvaient être modifiés.

Ces composants sont :

- l'activité,
- les ressources présentées,
- le contexte du visiteur-joueur,
- leurs caractéristiques.

L'expérience que vivra le visiteur-joueur est calculée en associant des valeurs d'expériences à la valeur ou à la nature des caractéristiques des éléments cités ci-dessus. En faisant varier ces valeurs, il est possible de proposer des expériences différentes pour une même intrigue et ainsi d'équilibrer le jeu pour maintenir l'engagement et la satisfaction du visiteur-joueur.

La possible substitution d'une activité ou d'une ressource, en tenant compte de leurs contraintes de dépendance, amène à considérer les missions comme des patrons génériques s'articulant soit autour d'une activité, soit autour d'une ressource.

Cette solution possède les limites du scénario initial. En effet, le travail présenté ici suppose que le jeu de visite est équilibré lors de sa création c'est à dire que pour un profil donné, les concepteurs ont tenté de créer une expérience qui convienne au visiteur-joueur. Le processus d'équilibrage dynamique module uniquement le jeu en fonction de l'expérience réellement vécue. Seule une campagne de tests assez fine sur l'expérience des utilisateurs permettrait de prouver que cette modulation est suffisante pour corriger un déséquilibre statique.

1.3 Les limites

Mon travail possède certaines limitations. Ainsi, j'ai restreint mon approche à l'équilibrage d'un jeu dit de progression, ou hybride, afin de bénéficier des validations implicites que constituent les choix, par le visiteur-joueur, de la mission suivante. Dans les jeux d'émergence, l'ensemble des missions est donné au joueur dès le début du jeu, charge à lui de définir ses stratégies et de les combiner pour atteindre le but du jeu. Il planifie ses actions en fonction des objectifs et/ou des acquis proposés. Or, dans ma proposition, ceux-ci ne sont pas modifiés. Nous pouvons donc penser que la restriction que je me suis imposée peut-être levée et que ce processus d'équilibrage peut être également implanté dans un jeu d'émergence, du moment qu'un processus de validation y est défini.

La modélisation présentée dans le dernier chapitre ne fait qu'effleurer la dimension transmédia. J'ai considéré l'intégration du jeu de visite dans une logique transmédia mais je n'ai pas du tout abordé les questions de :

- la coordination et la collaboration de plusieurs visiteur-joueur,
- la synchronisation éventuelle de plusieurs volets transmédia,
- la coordination de la narration et des missions. J'ai par exemple admis que les missions étaient intégrées au sein des chapitres de la narration.

Ces différents points sont susceptibles d'amener des modifications du modèle de jeu de visite présenté et peut être d'ajouter des contraintes aux différentes solutions d'équilibrage décrites dans cette thèse. Un travail complémentaire sur ces aspects sociaux, temporels et narratifs validerait et affinerait mes résultats.

Adapter le contexte pour faire vivre une expérience plus grande au visiteur-joueur implique de modifier, même temporairement, l'ambiance ou la muséographie de l'exposition. Une conséquence peut être un mécontentement, ou la frustration, d'autres visiteurs, joueurs ou non, pour qui cette transformation ne conviendrait pas à leurs propres attentes. Une solution

pour éviter cet écueil serait de consulter les profils des visiteurs appartenant au contexte du visiteur-joueur, de telle façon que les changements à y opérer soient compatibles avec leurs attentes.

D'autant qu'un des constats des musées est que leur public est majoritairement constitué de primo-visiteurs et que peu y reviennent. Si un jeu de visite doit permettre d'élargir ce public, il peut également inciter à revenir voir les collections. Cependant, il ne faudrait pas qu'il soit totalement déroutant. De plus, ne pas modifier les objectifs du jeu, comme je le propose, limite sa réutilisabilité. Lors de leur seconde visite, les visiteurs-joueurs seront peut-être surpris par les nouvelles conditions de résolution des intrigues mais ils ne le seront plus par les objectifs qui demeureront identiques. Dans ce cas, la réutilisabilité potentielle du jeu repose en partie sur la variété des missions et la densité des liens qui les relient. Elle repose également sur la précision de la modélisation du visiteur-joueur. Ayant vécu une première session du jeu, ses attentes auront évolué. Si le modèle est assez sensible pour le constater, le visiteur-joueur bénéficiera alors d'un autre scénario de jeu adapté à son nouveau profil.

La réalisation d'un jeu de visite dans un musée implique ainsi la nécessité d'associer finement :

- des attentes à des profils,
- des données d'interaction et de déplacement à des comportements,
- des comportements à des expériences,
- des particularités et des propriétés de ressources à des expériences,
- des attentes à des expériences,
- des expériences à un scénario, c'est à dire à des missions contextualisées.

Le premier point, nous l'avons vu, est en cours d'étude pour le côté jeu et pour le côté visite. Certaines attentes ludiques font échos à certaines attentes de visite. Etudier plus en détail le parallélisme possible entre ces deux types de motivation permettrait sans doute de simplifier le nombre de combinaisons de profils de jeu et de visite et donc l'équilibrage.

Le second et le troisième points sont actuellement sujets à discussion. Cependant, il semble que le nombre d'études sur les profils de visiteur augmente et qu'à partir de questionnaires et d'enregistrements de visites, il sera possible d'établir statistiquement des profils de visiteur-joueur. Des travaux comme [Yee, 2016] ont permis de regrouper les différentes expériences individuelles de jeu en grandes tendances et de construire un modèle d'expérience de jeu. Dans le cadre d'une visite de musée, les expérimentations en RSS (Re-Situ Subjectif) mettent en évidence des expériences individuelles [Schmitt, 2012, 2014] mais un traitement semblable à celui de Yee sur un grand nombre d'expérimentateurs pourra, je l'espère, permettre de découvrir là aussi de grandes tendances associant comportement in situ et expérience vécue. Les questionnaires, complétés par de nouvelles méthodes d'investigation utilisant les capteurs, les données, la reconnaissance d'images faciliteront la compréhension de ce que vit l'utilisateur et donc la connaissance de son expérience. La combinaison des deux pourrait aboutir à la construction de profils de visiteurs-joueurs plus riches. L'équilibrage dynamique retransformera alors ces tendances en comportements individuels, notamment lors de la constatation d'écarts répétés entre les expériences prévues et le vécu. En effet, je n'ai pas considéré dans cette étude l'interprétation de la différence entre les prédictions et l'expérience réellement vécue par le visiteur-joueur. Pourtant, elles peuvent révéler :

- une mauvaise reconnaissance du profil de visite associé au visiteur-joueur,
- un changement de motivation de ce dernier,
- ou enfin, la nécessité de reconsidérer ou faire évoluer le modèle reliant les données brutes aux indicateurs, ou ces derniers à l'expérience vécue.

Le quatrième point repose sur la connaissance des professionnels du musée des expériences que peuvent générer les différentes ressources. Il ne s'agit pas ici de réfléchir uniquement en termes cognitifs mais également d'envisager d'autres expériences, comme le repos, la curiosité ou le sentiment d'être dans un endroit à ne pas manquer, si nous reprenons quelques motivations relevées par [Falk, 2012]. Toutes ces expériences ne sont pas aussi facilement appréhendables. La connaissance de leur public, de leurs collections et du contexte culturel, comme l'effet de mode, sera primordial. Une mise au point empirique est possible. Elle demande cependant beaucoup de données pour pouvoir associer, de façon statistique et non plus subjective, une expérience à une activité, une ressource ou leur contexte. Les sessions de jeux peuvent constituer ces sources de données, créant une gestion réflexive des résultats pour affiner progressivement les modèles. Mais de nombreux tests initiaux seront tout de même

nécessaires pour définir de premiers modèles pertinents. L'expérience imaginée reposera de toutes façons sur les analyses initiales des professionnels du musée et des concepteurs d'expérience.

Le cinquième point demande une connaissance approfondie de la psychologie des visiteurs et des joueurs. Quelques pistes de correspondance attente-expérience ont été proposées dans cette thèse (cf Partie 2 § 1.4). Elles pourraient constituer le point de départ d'un autre sujet de recherches, perspective possible à cette thèse.

Enfin, le dernier point est du ressort du concepteur de jeu.

La conception d'un jeu de visite apparaît donc comme un travail multi-disciplinaire, intégrant professionnels de musée et concepteurs de jeux mais également psychologues et concepteurs d'expériences.

2 Compléments et perspectives

Le travail de modélisation du jeu de visite réalisé dans cette thèse n'est pas complet. Il manque :

- les diagrammes d'état de l'étude de cas dynamique, qui peuvent faire évoluer les diagrammes de classes et la définition des packages,
- et une étude plus approfondie des aspects non fonctionnels que sont la définition et la gestion des données, l'architecture technique et logicielle.

Les données modifiées au cours du jeu en constituent son état global. Certaines dépendent de la définition du jeu mais d'autres existent dans beaucoup de jeux, comme le nombre de joueurs, la durée maximale de la session ou la localisation des joueurs pour les jeux pervasifs. La gestion de cet état global implique de vérifier l'intégrité et la cohérence des données lorsqu'elles sont partagées entre plusieurs utilisateurs. L'aspect social du jeu de visite ayant été peu étudié au cours de cette thèse, ce point n'a pas été abordé. Cependant, l'intégrité et la cohérence des données prennent une autre dimension lorsque le jeu de visite s'inscrit au sein d'une logique transmédia. Le chapitre sur l'étude statique du jeu a entamé une réflexion à ce sujet qu'il serait nécessaire de finaliser dans le cadre de l'architecture logicielle.

Celle-ci s'intéresse également aux différents constituants logiciels à mettre en œuvre. Dans le cadre du projet PLUG, une architecture à composants a été mise en œuvre. Elle a permis de reconfigurer le jeu en une seule nuit [Gressier-Soudan et al., 2011]. Or, l'équilibrage par modification du couple Action/Ressource implique de pouvoir combiner dynamiquement les composants du jeu pour adapter ce dernier à l'expérience souhaitée pour le visiteur joueur. La thèse de Pierre Bourret en proposant une approche autonome de la gestion des composants [Bourret, 2014], offre des pistes qui pourraient être également développées dans un autre projet de recherche.

Notre thèse, par ailleurs, met en évidence la relation qui existe entre l'expérience vécue

par un visiteur-joueur et les caractéristiques ou la nature des activités, ressources ou contexte du jeu de visite. Elle questionne ainsi le processus de création des jeux eux-mêmes en proposant de concevoir les jeux en fonction de ces éléments. Les étapes de ce nouveau processus seraient alors :

- d'évaluer et répertorier les potentiels d'expériences des caractéristiques ou de la nature des constituants des missions et du contexte,
- de construire des intrigues à partir de ces éléments,
- de construire des scénarios associant ces intrigues, paramétrées selon le profil du visiteur-joueur.

Il permettrait de plus de constituer une réserve de ressources et d'activités, recensées selon l'expérience qu'elles peuvent engendrer. Cet ensemble serait enrichi ensuite au fur et à mesure des sessions, en fonction des manques repérés [Mateas and Stern, 2003] et de l'imagination des concepteurs. Il composerait le socle d'un éditeur de jeu, conçu pour faciliter la construction des patrons génériques que sont les missions en fonction des expériences recherchées. Un tel outil pourrait sans doute suggérer aux concepteurs, des missions auxquelles ils n'auraient pas pensé de prime abord, et élargir ainsi le spectre de ces missions, favorisant la réutilisabilité du jeu.

Enfin, le modèle conçu au sein de cette thèse intègre une description des ressources immatérielles comme matérielles du jeu. Il constitue une première étude d'un système d'information décisionnel dont la structure pyramidale à trois niveaux des objets (cf. Figure 68) [Wattiau et Akoka, 2015] comprend :

- à la base, le système d'information opérationnel qui comprend les données brutes issues des observations, les attributs et les potentiels d'expérience mais également les composants élémentaires du système comme les activités et les ressources.
- au niveau intermédiaire, le système d'information décisionnel où sont conservées les données obtenues par analyses des données brutes. Elles permettent la prise de décision de l'équilibrage proprement dit. Ce sont les données concernant l'expérience vécue par le visiteur-joueur, les référentiels acquis mais également les activités et ressources sélectionnées pour l'expérience qu'elles peuvent fournir au visiteur-joueur,

- le niveau supérieur, le système d'information stratégique. Il est renseigné par les outils utiles à la définition et à la gestion de la configuration des jeux et des différentes politiques permettant les prises de décision au moment du jeu.

Ce système d'information décisionnel, réduit ici au domaine du jeu, pourrait s'étendre à l'ensemble des métiers au sein d'un musée. Il constituerait une base d'expertise pour la conception de nouveaux parcours au sein de l'établissement, de la visite loisir pour les visiteurs, aux visites professionnelles comme :

- des parcours planifiés pour surveiller la conservation de typologies d'objets au sein de l'exposition permanente, en fonction des données brutes issues des capteurs de surveillance du climat du musée ou de l'état des œuvres,
- ou un parcours d'intervention des restaurateurs pour travailler sur un type de corrosion,
- voire, le parcours des sapeurs pompiers pour la préservation des œuvres lors d'un sinistre.

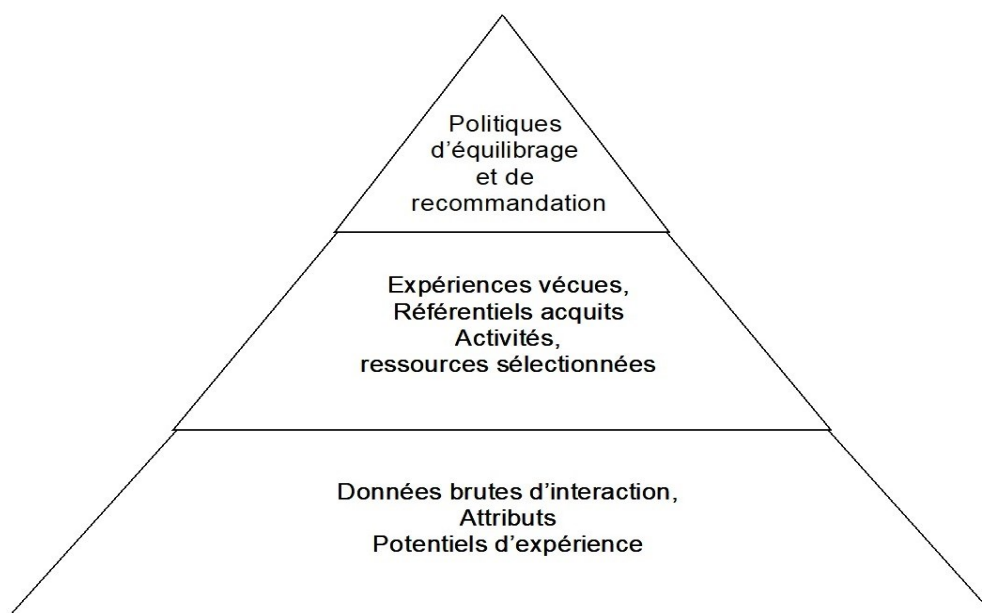


Figure 68 : Pyramide du système d'information du jeu de visite

L'intégration de toute nouvelle donnée au sein du système d'information opérationnel, comme des descriptions d'objets, des modifications de localisation, impliquerait la mise à jour de ces différents parcours. Ainsi, le prêt d'un objet de l'exposition permanente dans une autre institution modifierait automatiquement le Plan de Prévention des Risques Incendie de

l'établissement, indiquant aux pompiers qu'il n'est pas nécessaire de perdre un temps précieux à tenter d'évacuer une œuvre qui n'est plus présente. L'intégration d'un tel système implique la définition et la gestion de la connaissance au sein du musée pour définir convenablement les politiques décisionnelles et les applications qui en découlent.

En conclusion, cette thèse a proposé une redéfinition de la notion de la médiation ludique au sein du musée du 21^{ème} siècle :

- en ouvrant la notion de médiation aux différentes attentes du public et non plus simplement à l'acquisition de connaissance
- et en associant l'espace complet du musée à la progression au sein du jeu et donc à la conception de l'expérience.

Il n'y est plus question d'équilibrer le ludique par le non ludique mais d'apporter deux expériences qui s'associent pour satisfaire les attentes du visiteur-joueur.

En modélisant le jeu autour de la notion d'objectif des missions, elle propose de nouvelles pistes d'équilibrage par la modification des constituants de la mission et, entre autres, de la réassociation de l'activité proposée et des ressources. Elle ouvre la voie à la conception assistée de jeux de visite et à la création d'un système d'information décisionnel au sein des musées coordonnant l'ensemble des métiers qui y coexistent.

Bibliographie

[Al-Khatib, 2013] Al-Khatib, J. Des tablettes tactiles pour conduire une démarche de modélisation en électrocinétique, articuler des activités en classe et au musée. Mémoire de master 2 de Recherche, Université Paris 7 "Paris Diderot", 2013

[Alvarez and Djaouti, 2010] Alvarez, J. and Djaouti, D. *Introduction au serious game*. Editions Questions théoriques, 2010

[Alvares et al., 2017] F. Alvares, G. Delaval, E. Rutten, et L. Seinturier, Language Support for Modular Autonomic Managers in Reconfigurable Software Components. In *IEEE International Conference on Autonomic Computing (ICAC), 2017*, 2017, p. 271–278.

[Alt-Minds, 2012] Alt-Minds. 23 octobre 2018, <https://www.orange.com/sirius/hello/2013/en/2012-innovations/my-life-at-home/alt-minds.html>

[Anderson et al., 2010] Anderson, E. F., McLoughlin, L., Liarokapis, F., Peters, C., Petridis, P. and Freitas, S. Developing serious games for cultural heritage: A state-of-the-art review, *Virtual Reality*, 2010, 14, 255-275

[Antoniou et Lepouras, 2010] Antoniou, A. and Lepouras, G. Modeling visitors' profiles: A study to investigate adaptation aspects for museum learning technologies. *Journal on Computing and Cultural Heritage*, sept. 2010, vol. 3, no 2, p. 1-19.

[Apter, 1991] Apter, M.J. A structural-phenomenology of play. In: Kerr JH, Apter MJ (eds) *Adult play. A reversal theory approach*. Amsterdam : Swets & Zeitlinger, 1991

[Arnab et al., 2015] S. Arnab et al. Mapping learning and game mechanics for serious games analysis: Mapping learning and game mechanics. *British Journal of Educational Technology*, mars 2015, vol. 46, no 2, p. 391-411.

[Astic et al., 2011] Astic, I., Aunis, C., Damala, A., Gressier-Soudan, E. A Ubiquitous Mobile Edutainment Application for Learning Science through Play. In J. Trant and D. Bearman (eds). *Museums and the Web 2011: Proceedings*. Toronto: Archives & Museum Informatics. Published March 31, 2011. Consulted June 8, 2014. http://conference.archimuse.com/mw2011/papers/ubiquitous_mobile_entertainment_applicati_on_learning_science

[Astic, 2014] Astic, I. Storytelling, Learning and Adaptivity: a Difficult Mixing, *Museum and The Web Florence, Florence, Italie, February 2014*, pp.7

[Astic et Gressier-Soudan, 2015] Astic, I. and Gressier-Soudan, E. *Eléments de game design : Création et équilibrage du système de points de l'application CULTE*. Délivrable D3.1 Version V4.00. Projet CULTE, 25 novembre 2015.

[Atelier BNP Paribas, 2012] Atelier BNP Paribas, Conseil et Stratégie numérique. Nouvelles générations et culture numérique. *Forum d'Avignon, Avignon, nov. 2012*.

[Aunis and Astic, 2009] Aunis, C. and Astic, I. PLUG : les secrets du musée. *La Lettre de l'OCIM* [En ligne], 125 | 2009, mis en ligne le 01 septembre 2011, consulté le 23 septembre 2015. URL : <http://ocim.revues.org/240> ; DOI : 10.4000/ocim.240

[Babin, 2016] M. Babin, Gamasutra: Maxime Babin's Blog - The Golden Circle: A different perspective on game design. [En ligne]. Disponible sur: http://www.gamasutra.com/blogs/MaximeBabin/20160628/276018/The_Golden_Circle_A_different_perspective_on_game_design.php?elqTrackId=df2fc058d6eb4d0aaba13b8fb53aa1fe&elq=fcaa8b636f344e09b79f8e91327685d7&elqaid=70997&elqat=1&elqCampaignId=21904. [Consulté le: 23-juill-2016].

[Bakkes et al., 2012] Bakkes, S. Tan, C. T. and Pisan, Y. Personalised gaming: a motivation and overview of literature, in *Proceedings of the 8th Australasian Conference on Interactive Entertainment: Playing the System, 2012*, ACM, New York, NY, USA, Article 4 , 10 pages.

[Bal, 1985] Bal, M. *Narratology, Introduction to the Theory of Narrative*. University of Toronto Press, 1985.

[Ballagas et al., 2007] Ballagas, R.A., Kratz, S.G., Borchers, J., Yu, E., Walz, S.P., Fuhr, C.O., Hovestadt, L. and Tann, M. REXplorer: a mobile, pervasive spell-casting game for tourists. In *CHI '07 extended abstracts on Human factors in computing systems (CHI EA '07)*. 2007, ACM, New York, NY, USA, 1929-1934. DOI=10.1145/1240866.1240927

[Bateman and Boon, 2005] Bateman, C. and Boon, R. *21st Century Game Design*, 1 edition. Hingham, Mass: Cengage Learning, 2005.

[Bateman et al., 2011] Bateman, C., Lowenhaupt, R. and Nacke, L. Player Typology in Theory and Practice. in *DiGRA Conference, 2011*.

[Belaramani et al., 2003] Belaramani, N.M., Wang, C.-L. and Lau, F.C.M. Dynamic component composition for Functionality Adaptation in pervasive environments, in *The Ninth IEEE Workshop on Future Trends of Distributed Computing Systems, 2003. FTDCS 2003*. Proceedings., 2003, p. 226-232.

- [Bellotti et al., 2009] Bellotti, F., Berta, R., De Gloria, A. and Primavera, L. Adaptive Experience Engine for Serious Games. *IEEE Transactions on Computational Intelligence and AI in Games*, vol. 1, no 4, p. 264-280, déc. 2009.
- [Bellotti et al., 2012] Bellotti, F., Berta, R., De Gloria, A., D'ursi, A. and Fiore, V. A serious game model for cultural heritage, *Journal on Computing and Cultural Heritage*, oct. 2012, vol. 5, no 4, p. 1-27.
- [Berens, 2006] Berens, L.V. *Understanding Yourself and Others*, 3rd edn. Telos Publications, Hungtington, 2006
- [Berger and Lafourcade, 2014] Berger, R. and Lafourcade, A.-C. *Etude sur le jeu vidéo dématérialisé. Rapport de l'étude économique de cadrage*. Hadopi, Département Recherche, Etude et Veille (DREV), déc. 2014.
- [Bernard and Yessad, 2014] Bernard, N. and Yessad, A. Framework Multidimensionnel d'Analyse de Niveaux de Jeux Sérieux. in *Actes du 9ème Colloque Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Enseignement, 2014*, Béziers, 2014.
- [Bezzerá et al., 2018] Bezzerá, C.I.M., Andrade, R.M.C., Monteiro, J.M.S. and Cedraz, D. Aggregating Measures Using Fuzzy Logic for Evaluating Feature Models. in *Proceedings of the 12th International Workshop on Variability Modelling of Software-Intensive Systems*, New York, NY, USA, 2018, p. 35–42.
- [Bichard and Waern, 2008] Bichard, J-P and Waern, A.. Pervasive play, immersion and story: designing interference. In *Proceedings of the 3rd international conference on Digital Interactive Media in Entertainment and Arts (DIMEA '08), 2008*, ACM, New York, NY, USA, 10-17. DOI=10.1145/1413634.1413642
- [Bigot et al., 2012] Bigot, R., Daudey, E., Hoibian, S. and Müller, J. *La visite des musées, des expositions et des monuments*. Etude pour la Direction Générale des Patrimoines, Département de la politique des publics, Crédoc, no 281, p. 84, 2012.
- [Bigot et al., 2016] Bigot, R., Hoibian, S. and Müller, J. *Les visites du patrimoine culturel et la question de la gratuité*. CREDOC, Rapport d'étude pour la Direction Générale des patrimoines (Département de la politique des publics) N°326, mars 2016.
- [Björk and Holopainen, 2005] Bjork S. and Holopainen, J. *Patterns in Game Design*. Cengage Learning, 2005.
- [Bleumers et al., 2010] Bleumers, L., Jacobs, A., Van Lier, T. *Crimilal cities and enchanted*

forests: A user-centred assessment of the applicability of the Pervasive GameFlow model. *Fun and Games 2010*, September 15-17, 2010, Leuven, Belgium

[Boorsting, 1990] Boorstin, J. *Making Movies Work: Thinking Like a Filmmaker*. Silman-James Press, Beverley Hills. 1990

[Bourret, 2014] Bourret, P. *Modèle à Composant pour Plate-forme Autonome*. Thèse de doctorat. Université Grenoble Alpes, 2014.

[Cabezas, 2015] Cabezas, I. On combining gamification theory and ABET criteria for teaching and learning engineering. In *Frontiers in Education Conference (FIE), 2015*. 32614 2015. IEEE, 2015, p. 1–9.

[Chen, 2007] Chen, J. Flow in games (and everything else), *Communications of the ACM*, vol. 50, no 4, p. 31–34, 2007.

[Chenu, 2015] Chenu, C. *Tâche 2, Analyse des besoins et élaboration du scénario de médiation et de développement des publics. Ensemble N°1 de livrables. Constructions - Principes généraux*. Livrable Version 6. Projet CULTE. 25 novembre 2015.

[Chenu, Levillain, Poirot, 2015] Chenu, C., Levillain, F., Poirot, L. *Nouvelles version du scénario CULTE Version 2. 21*, Document de travail, Projet CULTE, janvier 2015.

[Cheshire et al., 2008] Cheshire, C., and Antin, J. The social psychological effects of feedback on the production of internet information pools. *Computer Mediated Communication*, 13 . 2008, pp 705-727.

[Craipeau and Koster, 2009] Craipeau, S. and Koster, R. *Pistes des problématiques pour l'expérimentation de la V2 de Plug à la Fête de la Science, les 21 et 22 novembre 2009*, Document de travail suite au jeu "PLUG, les secrets du musée", Projet PLUG, 2009.

[Csikszentmihalyi, 1990] Csikszentmihalyi, M. *Flow: The Psychology of Optimal Experience*. London: Harper Perennial, 1990

[Csikszentmihalyi and Robinson, 1990] M. Csikszentmihalyi et R. E. Robinson, *The Art of Seeing: An Interpretation of the Aesthetic Encounter*. Getty Center for Education in the Arts, 401 Wilshire Blvd., Suite 950, Santa Monica, CA 90401, 1990.

[Dalloz, 2001] Dalloz, X. *Projet ATAWAD*, enveloppe Soleau, INPI, 2001.

[Damala et al. ,2010] Damala, A., Astic, I., Aunis, C. PLUG, Université Paris Nuit: A Design Reiteration of a Mobile Museum Edutainment Application. *VAST10: The 11th International*

Symposium on Virtual Reality, Archaeology and Intelligent Cultural Heritage - Short and Project Papers. Short and Project Papers:91-94. Consulté le 19 janvier 2012.

URL : http://cedric.cnam.fr/fichiers/art_1962.pdf

[Damala et Stojanovic, 2012] Damala, A. et Stojanovic, N. 2012. Tailoring the Adaptive Augmented Reality (A2R) Museum Visit: Identifying Cultural Heritage Professionals' Motivations and Needs. In *IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality - Arts, Media, and Humanities (ISMAR-AMH), 2012*, Atlanta, GA, USA, 2012, pp. 71-80.

[Damala et al., 2012] Damala, A., Stojanovic, N., Schuchert, T., Moragues, J., Cabrera, A. et Gilleade, K. Adaptive Augmented Reality for Cultural Heritage, The ARTSENSE project. In *Euromed 2012: International Conference on Cultural Heritage, 2012*, Limassol, Cyprus, 2012, p. 746-755.

[Damala et al., 2013] Damala, A., Astic, I., Rovedakis, S., Gressier-Soudan, E. La Réalité Augmentée Adaptative, Vers une nouvelle expérience de visite au musée. *Pratiques et Usages Numériques, Actes de H2PTM 2013, 16, 17 et 18 octobre 2013*, Conservatoire National des Arts et Métiers, Paris, France, October 2013, pp. 205-220, Paris, France,

[Davies, 2007] Davies, H. Place as media in pervasive games. In *Proceedings of the 4th Australasian conference on Interactive entertainment (IE '07), 2007*. RMIT University, Melbourne, Australia, Australia, , Article 7 , 4 pages.

[Dawson and Jensen, 2011] Dawson, E. and Jensen, E. Towards A Contextual Turn in Visitor Studies: Evaluating Visitor Segmentation and Identity-Related Motivations. *Visitor Studies*, juil. 2011 vol. 14, no 2, p. 127-140

[Deshayes and Le Marec, 2014] Deshayes S., Le Marec, J. L'évaluation muséale, Des savoirs applicables si peu appliqués. In Daignault, Lucie. *Les musées et leurs publics: Savoirs et enjeux*. Presses de l'Université du Québec, 2014. Project MUSE. Web. 16 Aug. 2015. <<https://muse.jhu.edu/>>. pp 193-212

[Deterding et al., 2011] Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., and Nacke, L. From game design elements to gamefulness: defining "gamification". In *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments (MindTrek '11), 2011*, ACM, New York, NY, USA, 9-15.

[Djaouti, 2016] <http://www.sup-numerique.gouv.fr/cid101595/jeux-serieux-avantages-et-limites.html>

- [Dorneles, 2015] Dorneles, S.O.C. A Model for Ubiquitous Serious Games Development Focused on Problem Based Learning. *International Association for the Development of the Information Society*, 2015.
- [Dupire, Gal and Topol, 2010] Dupire, J., Gal, V., Topol, A. *Travail relatif à la captation et l'intégration de variables physiologiques (biofeedback)*. Tâche U.5.4. Projet RIAM PLUG (Play Ubiquitous Games and Play more...), 17 avril 2010.
- [Eidelman et al., 2017] Dir. Eidelman J. *Rapport de la mission "Musées du XXIe siècle"*. Ministère de la culture et de la communication, mars 2017.
- [Einhorn, 2015] Einhorn, A. Letting players set their own difficulty, *Gamasutra*, aout-2015.
- [Ekman et al., 2005] Ekman, I., Ermi, L., Lahti, J., Nummela, J., Lankoski, P. and Mäyrä, F. Designing sound for a pervasive mobile game. In *Proceedings of the 2005 ACM SIGCHI International Conference on Advances in computer entertainment technology (ACE '05)*. 2005, ACM, New York, NY, USA, 110-116. DOI=10.1145/1178477.1178492
- [Engl et Nacke, 2013] Engl, S., Nacke, L.E. Contextual influences on mobile player experience – A game user experience mode. *Entertainment Computing*, Volume 4, Issue 1, February 2013, Pages 83-91
- [Ermi and Mäyrä, 2005] Ermi, L. et Mäyrä, F. Fundamental Components of the Gameplay Experience: Analysing Immersion. In *Selected papers of the 2005 Digra Digital Games Research Association, 2005*, Pp 15-27
- [Fairclough, 2009] Fairclough S.H., Fundamentals of physiological computing. *Interacting with Computers*, 2009, vol. 21, n°1-2, p. 133–145.
- [Fairclough and al., 2012] Fairclough S.H., Kreplin, U., Hendrick Hamer J., *Modelling of interest*. Délivrable D3.1 Version 2.0, Projet ARtSENSE, 2012
- [Falk, 2012] Falk, J.-H. Expérience de visite, identités et self-aspect, *La Lettre de l'OCIM*, no 141, p. 5-14, mai 2012.
- [Falk, 2013] Falk J.H., Understanding Museum Visitors' Motivations and Learning. in Lundgaard, Ida Braendholt, and Jacob Thorek Jensen, ed. 2013. *Museums, Social Learning Spaces and Knowledge Producing Processes*. Copenhaga: Danish Agency for Culture. 257 p
- [Falk and Dierking, 2016] Falk J.H. et Dierking, L.D. *The Museum Experience Revisited*. Routledge, 2016.

[Flichy, 1995] Flichy, P. *L'innovation technique, Récents développements en sciences sociales, vers une théorie de l'innovation*, Paris, Ed. La Découverte, 1995.

[Fogg, 2009] Fogg, B.J. A behavior model for persuasive design. In *Proceedings of the 4th International Conference on Persuasive Technology (Persuasive '09)*, 2009, ACM, New York, NY, USA, , Article 40 , 7 pages. DOI=10.1145/1541948.1541999

[Foucault, 1984] Foucault, M. Dits et écrits 1984 , Des espaces autres (conférence au Cercle d'études architecturales, 14 mars 1967), in *Architecture, Mouvement, Continuité*, octobre 1984, n°5, pp. 46-49.

[Gal et al., 2008] Gal, V., Topol, A. et Dupire, J. Physiological Player Sensing: New Interaction Devices for Video Games, in *Entertainment Computing - ICEC 2008*, 2008, p. 203-208.

[Gal et Gressier-Soudan, 2016] Gal, V. et Gressier-Soudan, E. Recherche d'une classification d'états émotionnels à des fins de nouvelles interactions Humain Environnement, in *Actes de la 28ième conférence francophone sur l'Interaction Homme-Machine*, 2016, p. 307–313.

[Gamasutra, 2012] « Procedural Content Generation: Thinking With Modules », 18-juill-2012. [En ligne]. Disponible sur:

https://www.gamasutra.com/view/feature/174311/procedural_content_generation_.php.

[Consulté le: 20-août-2018].

« Procedural Content Generation: Thinking With Modules ». [En ligne]. Disponible sur: https://www.gamasutra.com/view/feature/174311/procedural_content_generation_.php.

[Consulté le: 20-août-2018].

[Gélinas, 2014] Gélinas, D. Le sensorium synthétique: réflexion sur l'utilisation de l'expographie immersive numérique et muséale, *Conserveries mémorielles*. Revue transdisciplinaire de jeunes chercheurs, no #16, sept. 2014.

[Gentes et al., 2009] Gentes, A., Guyot-Mbodji, A., Demeure, I.. Gaming on the move: urban experience as a new paradigm for mobile pervasive game design. In *Proceedings of the 12th international conference on Entertainment and media in the ubiquitous era (MindTrek '08)*. 2008, ACM, New York, NY, USA, 23-28. DOI=10.1145/1457199.1457205

[Gicquel, 2013] Gicquel, P.-Y. *Proximités sémantiques et contextuelles pour l'apprentissage en mobilité: application à la visite de musée*, Thèse en doctorat de l'Université de Technologie de Compiègne, 2013.

[Gilbert and Lynch, 2002] Gilbert, S. et Lynch, N. Brewer's Conjecture and the Feasibility of Consistent, Available, Partition-tolerant Web Services. *SIGACT News*, juin 2002, vol. 33, no 2, p. 51–59.

[Goffman, 1961] Goffman, E. *Encounters: Two studies in the sociology of interaction*. Indianapolis: Bobbs-Merill. 1961.

[Goodlander, 2009] Goodlander, G., Fictional Press Releases and Fake Artifacts: How the Smithsonian American Art Museum is Letting Game Players Redefine the Rules. In J. Trant and D. Bearman (eds). *Museums and the Web 2009: Proceedings*. Toronto: Archives & Museum Informatics. Published March 31, 2009. Consulted August 24, 2014. <http://www.archimuse.com/mw2009/papers/goodlander/goodlander.html>

[Gorgu et al., 2012] Gorgu, L. et al., Freegaming: Mobile, collaborative, adaptive and augmented exergaming. *Mobile Information Systems*, 2012, vol. 8, p. 287-301.

[Gressier-Soudan et al., 2011] Gressier-Soudan, E., Pellerin, R. et Simatic, M. Using Rfid/NFC For Pervasive Serious Games: The PLUG Experience. in *Near Field Communications Handbook, 2011*, p. 279-304

[Gressier-Soudan et al., 2014] Gressier-Soudan, E., Astic, I., Natkin, S., Murray, J., Kim, M., Talcott, C., Gautier, P. SeCG: Serendipity enabled cyber games project. In *Proceedings of the 2014 Virtual Reality International Conference, 2014*, p. 13.

[Guardiola, 2014] Guardiola, E. Méthode de game design pour la création d'un profil psychologique du joueur. *Computer and Society*, 2014, Conservatoire national des arts et métiers. Cnam, 2014. French.

[Guardiola, 2015] Guardiola, E. 2015. *CULTE gameplay prototype5*, Livrable, Projet CULTE, 25 novembre 2015.

[Guo et al., 2010] Guo, H., Traetteberg, H., Wang, A.I. and Zhu, M.. TeMPS: A Conceptual Framework for Pervasive and Social Games. In *Proceedings of the 2010 Third IEEE International Conference on Digital Game and Intelligent Toy Enhanced Learning (DIGITEL '10), 2010*, IEEE Computer Society, Washington, DC, USA, 31-37. DOI=10.1109/DIGITEL.2010.40 <http://dx.doi.org/10.1109/DIGITEL.2010.40>

[Hansen et al., 2012] Hansen, D., Bonsignore, E., Ruppel, M., Visconti, A. et Kraus, K. Designing reusable alternate reality games. in *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 2013*, p. 1529–1538.

[Harchay et al., 2014] Harchay, A., Cheniti-Belcadhi, L. et Braham, R. A Context-Aware Framework to Provide Personalized Mobile Assessment., *I&D&A, Interaction Design and Architecture(s) Journal*, 2°14, no 23, p. 82-97, 2014.

[Harteveld et al., 2007] Harteveld, C., Guimarães, R., Mayer, I. et Bidarra, R. Balancing Pedagogy, Game and Reality Components Within a Unique Serious Game for Training Levee Inspection. In *International Conference on Technologies for E-Learning and Digital Entertainment, 2007*, p. 128-139.

[Hassine, 2005] Hassine, I. *Spécification et formalisation des démarches de développement à base de composants métier : la démarche Symphony*. Thèse de doctorat, Institut National Polytechnique de Grenoble, 2005.

[Heumer et al., 2007] Heumer, G., Gommlich, F., Miller, A., Jung, B. Via Mineralia – a pervasive museum exploration game. In *4th International Symposium on Pervasive Gaming Applications. PerGames, 2007*. 159-160.

<http://vr.tu-freiberg.de/viamineralia/documents/ViaMineralia-Pergames2007.pdf>. Consulté le 19 septembre 2014

[Herr-Stephenson et al., 2013] Herr-Stephenson, B., Alper, M., Reilly, E.. *T is for transmedia : learning through transmedia play*. The Joan Ganz Cooney Center. 2013
https://joanganzcooneycenter.org/wp-content/uploads/2013/03/t_is_for_transmedia.pdf, consulté le 26/10/2018

[Hoibian et al., 2016] Hoibian, S., Croutte, P. et Lautié, S. *Le baromètre du numérique 2016*, CREDOC, Rapport pour le Conseil Général de l’Economie, l’Autorité de Régulation des Communications Electroniques et des Postes et l’Agence du Numérique, Rapport N°333, 2016.

[Holland 1966] HOLLAND J. L. *The psychology of vocational choice. A theory of personality types and model environments*, MA: Blaisdel, Waltham, 1966

[Huizinga, 1951] Huizinga, J. 1951. *Homo ludens: Essai sur la fonction sociale du jeu*. Editions Gallimard, 1951

[Huynh-Kim-Bang et al., 2010] Huynh-Kim-Bang, B., Wisdom, J., and Labat, J.-M. *Design Patterns in Serious Games: A Blue Print for Combining Fun and Learning*. Projet SE-SG, 2010,

<http://seriousgames.lip6.fr/DesignPatterns/designPatternsForSeriousGames.pdf>, consulté le

26/10/2018

[IJsselsteijn et al., 2008] W. IJsselsteijn, K. Poels, et Y. A. W. de Kort, *The game experience questionnaire*, Eindhoven:Technische Universiteit Eindhoven, 2008.

[Khenessi et al., 2015] Khenessi, M.A., Essalmi, F., Jemni, M. et Kinshuk. Learner Modeling Using Educational Games: A Review of the Litterature. *Smart Learning Environments*, vol. 2, p. 6, févr. 2015.

[Koidl et al., 2010] Koidl, K., Mehm, F., Hampson, C., Conlan, O. et Göbel, S. Dynamically adjusting digital educational games towards learning objectives. In *Proceedings of the Third European Conference on Games Based Learning (ECGBL 2010)*, 2010, p. 177–184.

[Jegers, 2007a] Jegers, K., *Pervasive GameFlow. : A Validated Model of Player Enjoyment in Pervasive Gaming*, In *Concepts and Technologies for Pervasive Games: A Reader for Pervasive Gaming Research*. 2007. vol 1, Shaker Verlag, Aachen, Germany.

[Jegers, 2007b] Jegers, K. Pervasive game flow: understanding player enjoyment in pervasive gaming. In *Computers in Entertainment*, 5, 1, Article 9, January 2007.

[Jegers, 2009a] Jegers, K. *Pervasive GameFlow: identifying and exploring the mechanisms of player enjoyment in pervasive games*, Doctoral thesis.Umeå university, Umeå, 2009.

[Jegers, 2009] Jegers, K.. Elaborating eight elements of fun: Supporting design of pervasive player enjoyment. In. *Computers in Entertainment*, 7, 2, Article 25, June 2009, 22 pages. DOI=10.1145/1541895.1541905

[Jensen, Dawson and Falk, 2011] Jensen, E., Dawson, E. et Falk, J.-H. Dialogue and Synthesis: Developing Consensus in Visitor Research Methodology, *Visitor Studies*, 2011: vol. 14, no 2, p. 158-161, juill. 2011.

[Jenkins, 2008] Jenkins, H. *Convergence Culture, where old and new media collide*. New York University Press, 2008.

[Jenkins, 2009] Jenkins H.. "The revenge of the Origami Unicorn : 7 principles of transmedia storytelling" (1) et (2), 2009. [26 octobre 2018]

http://henryjenkins.org/2009/12/the_revenge_of_the_origami_uni.html

http://henryjenkins.org/2009/12/revenge_of_the_origami_unicorn.htm

[Jonchery, 2014] Jonchery, A. La visite en famille. De l'évaluation à la conception de médiations adaptées". In Daignault Lucie et Schiele Bernard (éd), *Les musées et leurs publics. Savoirs et enjeux*. Presses de l'Université du Québec, 2014, p 367

- [Jonsson et al., 2006] Jonsson, S., Waern, A., Montola, M. et Stenros, J. Game Mastering a Pervasive larp - Experiences from Momentum. In *Proceedings of the 4th international symposium on pervasive gaming applications*, Salzbourg, 2006.
- [Jutant et al., 2009] Jutant, C., Guyot, A. et Gentès, A. Visiteur ou joueur ?. In *La Lettre de l'OCIM. Musées, Patrimoine et Culture scientifiques et techniques*, n° 125, p. 12-20, sept. 2009.
- [Jutant, 2011] Jutant, C. *S'ajuster, interpréter et qualifier une pratique culturelle: Approche communicationnelle de la visite muséale*. Thèse de doctorat Sciences de l'information et de la communication. Université d'Avignon; UQAM Montréal-Canada, 2011.
- [Juul, 2003] Juul, J. *Half-Real: Video games between real rules and fictionnal worlds*. Doctoral Dissertation. IT University of Copenhagen. 2003.
- [Juul, 2005] Juul, J. 2005. *Half-real, video games between Real Rules and Fictional Worlds*, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 2005
- [Kaghat et al., 2012] Kaghat, F., Sailhan, F., Cubaud, P. Application de la réalité augmentée sonore pour les visites de musées par les malvoyants, *Handicap 2012, 7ème congrès sur les aides techniques pour les personnes handicapées*, July 2012, pp.50, Paris, France
- [Kappen et al., 2013] Kappen, D.L., Gregory, J., tepchenko, D., Wehbe, R.R. and Nacke, L. E. 2013. Exploring social interaction in co-located multiplayer games. In *CHI '13 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems (CHI EA '13)*. ACM, New York, NY, USA, 1119-1124. DOI=10.1145/2468356.2468556 <https://doi-acm-org.cassiope.cnam.fr/10.1145/2468356.2468556>
- [Keil et al., 2013] Keil, J., Pujol, L., Roussou, M., Engelke, T., Schmitt, M., Bockholt, U. et Eleftheratou, S. A digital look at physical museum exhibits: Designing personalized stories with handheld Augmented Reality in museums. In *Digital Heritage International Congress (DigitalHeritage), 2013*, vol. 2, p. 685–688.
- [Kelle et al., 2011] Kelle, S., Klemke, R., Gruber, M. and Specht, M. Standardization of game based learning design. In *Proceedings of the 2011 international conference on Computational science and its applications - Volume Part IV (ICCSA'11)*, Beniamino Murgante, Osvaldo Gervasi, Andrés Iglesias, and David Taniar (Eds.), 2011, Vol. Part IV. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 518-532.
- [Kelle et al., 2011b] Kelle, S., Klemke, R. and Specht, M. Design patterns for learning games,

International Journal of Technology Enhanced Learning, Vol 3, Issue 6, 2011, pp 555-569

[de Kort et al., 2007] De Kort, Y.A.W. and Ijsselsteijn, W.A. People, places, and play: player experience in a socio-spatial context. In *Computers in Entertainment*. 6, 2, Article 18, July 2008, 11 pages

[Kornobis et al., 2017] Kornobis, J., Petitjean, C., Temem, J. et Toutain, A. *Cartel, Projet de dispositif muséal interactif*. Mémoire de fin d'étude, Formation UX Design, MC11 Gobelins 2016-2017

<https://drive.google.com/file/d/0Bwft9ixTtZ6waWUyU0REckRWVjA/view>, consulté le 18 septembre 2017

[Koster, 2013] Koster, R. *Le jeu vidéo comme manière d'être au monde: Socio-anthropologie de l'expérience vidéoludique*, Thèse doctorale Sociologie. Université Panthéon-Sorbonne - Paris I, 2013.

[Koster, 2016] Koster, R. AR is an MMO, 11-juill-2016.

http://www.gamasutra.com/blogs/RaphKoster/20160711/276834/AR_is_an_MMO.php, Consulté le 23 août 2016.

[Krebs and Alfandari, 2013] Krebs A., Alfandari, A. Un modèle structurel des usages de l'audioguide Nintendo 3DS du Musée du Louvre, Observations tirées de la comparaison résultats/Objectifs initiaux. In *Rencontres numériques*, Bibliothèque Nationale de France, 22-oct-2013.

[Kuflick et al., 2011] Kuflick, T. Stock, O., Zancanaro, M., Gorfinkel, A., Jbara, S., Kats, S., Sheidin, J. and Kashtan, N.. A visitor's guide in an active museum: Presentations, communications, and reflection. In *Journal on Computing and Cultural Heritage (JOCCH)*, 3, 3, Article 11, 2011, 25 pages. DOI=10.1145/1921614.1921618

[Landoski et al., 2004] Lankoski, P., Heliö, S., Nummela, J., Lahti, J., Mäyrä, F. and Ermi, L.. A case study in pervasive game design: the songs of north. In *Proceedings of the third Nordic conference on Human-computer interaction (NordiCHI '04)*. ACM, New York, NY, USA, 2004, 413-416. DOI=10.1145/1028014.1028083

[Lavigne, 2016] Lavigne, M. « Jeu et non jeu dans les serious games », *Sciences du jeu*, no 5, févr. 2016.

[Law, 2011] Law, E.L.-C. The measurability and predictability of user experience. In *Proceedings of the 3rd ACM SIGCHI symposium on Engineering interactive computing*

systems, 2011, p. 1–10.

[Levieux, 2011] Levieux, G. *Mesure de la difficulté des jeux vidéo*, Thèse Informatique, Conservatoire national des arts et métiers - CNAM, Paris, 2011.

[Levillain, 2015] Levillain, F. 2015. *Etude des usages : Bilan de l'expérimentation de la Toussaint 2015*. Livrable, Projet CULTE, 25 novembre 2015.

[Lim et al., 2013] Lim T. et al., Strategies for Effective Digital Games Development and Implementation. In Y. Baek et N. Whitton (Ed.) *Cases on Digital Game-Based Learning: Methods, Models, and Strategies*, Éd. Hershey, PA: IGI Global, 2013, p. 168-198.

[Lindley, 2005] Lindley, C.A. Story and Narrative Structures in Computer Games. In Bushoff, Brunhild. (ed). *Developing Interactive Narrative Content: sagas/sagasnet reader*. 2005, Munich: High Text.

[Lindley and Serrersten, 2006] Lindley C.A. and Sennersten, C.C. A Cognitive Framework for the Analysis of Game Play: Tasks, Schemas and Attention Theory. In *Workshop on the Cognitive Science of Games and Game Play, Cogsci 2006*, 2006, Vancouver, Canada.

[Liu et al., 2011] Liu, Y., Alexandrova, T. and Nakajima, T. Gamifying intelligent environments. In *Proceedings of the 2011 international ACM workshop on Ubiquitous meta user interfaces (Ubi-MUI '11)*. 2011, ACM, New York, NY, USA, 7-12.

[Mal, 2013] Mal, C. *Alt-Minds : retour d'expérience avec Eric Viennot*, 2013, <http://cinemadocumentaire.wordpress.com/2013/07/02/alt-minds-retour-dexperience-avec-eric-viennot/>, consulté le 19 mai 2014.

[Marne, 2014] Marne, B. *Modèles et outils pour la conception de jeux sérieux: une approche meta-design*, Thèse doctorale informatique Université Pierre et Marie Curie-Paris VI, 2014.

[Marsh and Costello, 2012] Marsh, T. et Costello, B. Experience in serious games: between positive and serious experience, in *Serious Games Development and Applications*, Springer, 2012, p. 255–267.

[Mateas and Stern, 2003] Mateas, M. et Stern, A. Façade: An experiment in building a fully-realized interactive drama. In *Game developers conference*, 2003, vol. 2, p. 4–8.

[Mauco, 2012a] Mauco, O. Sur la gamification. *Game in society*, 19-janv-2012.

http://1e39058f9c.url-de-test.ws/wp-content/uploads/2016/07/Sur_la_gamification_-_Mauco__gameinsociety.pdf, consulté le 15 août 2016

[Mauco, 2012b] Mauco, O. La gamification et la conduite au changement. *Game in Society*, 12 novembre 2012

<http://www.gameinsociety.com/post/2012/11/12/La-gamification,-la-conduite-du-changement-et-les-RH>, consulté le 3 janvier 2013, indisponible au 15 août 2015.

[McGonigal, 2003] McGonigal, J. A Real Little Game: The Performance of Belief in Pervasive Play. In *Digital Games Research Association (DiGRA) Level Up*, 2003, Utrecht: University of Utrecht, November.

<http://www.digra.org/digital-library/publications/a-real-little-game-the-pinocchio-effect-in-pervasive-play/> consulté le 19 septembre 2014

[McGonigal, 2011] McGonigal, J., *Reality is broken: Why Games Make Us Better and How They Can Change the World*. Penguin Press, 20 janv. 2011 - 388 pages

[McNamara, 2011] McNamara, A. Enhancing art history education through mobile augmented reality, In *Proceedings of the 10th International Conference on Virtual Reality Continuum and Its Applications in Industry (VRCAI '11)*, 2011, ACM New York, p. 507-512.

[McNamara et al., 2012] McNamara, A., Booth, T., Sridharan, S., Caffey, S., Grimm, C., Bailey, R., Directing gaze in narrative art. *Symposium on Applied Perception*, New York, USA, 2012, ACM, p. 63-70.

[Mitgutsch and Alvarado, 2012] Mitgutsch, K. and Alvarado, N. Purposeful by design?: a serious game design assessment framework. In *Proceedings of the International Conference on the Foundations of Digital Games (FDG '12)*. 2012, ACM, New York, NY, USA, 121-128.

[Mondou et al., 2016] Mondou, D., Prigent, A., Revel, A. et Rempulski, N. Towards a hybrid approach for supervising interactive adaptive systems, in *PhD school on Modelling and Verification of Parallel Processes (MOVEP'16)*, 2016, Gênes, Italy.

[Mondou et al., 2017] Mondou, D., Prigent, A. et Revel, A. A dynamic scenario by remote supervision: a serious game in the museum with a Nao robot. In *International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology (ACE2017)*, 2017, London, United Kingdom.

[Montola, 2005] Montola, M. Exploring the Edge of the Magic Circle. Defining Pervasive Games. In *Proceedings of Digital Arts and Culture (DAC 2005) conference*, 2005, December 1.-3. IT University of Copenhagen

- [Montola, 2011] Montola, M.. A ludological view on the pervasive mixed-reality game research paradigm. *Journal Personal and Ubiquitous Computing*, 2011, vol 15, issue 1 (January 2011), 3-12. DOI=10.1007/s00779-010-0307-7 <http://dx.doi.org/10.1007/s00779-010-0307-7>
- [Montpetit, 2005] Montpetit, R. Expositions, parcs, sites : des lieux d'expériences patrimoniales, *Culture & musées, du musée au parc d'attractions*, n° 5, Actes Sud, Avignon, 2005.
- [Montola et al., 2010] Montola, M., Stenros, J., Waern, A. *Pervasive Games Theory and Design, Experiences on the boundary Between Life and play*. Morgan Kaufmann Publishers. 2010.
- [Moreno-Ger et al., 2008] Moreno-Ger, P., Burgos, D., Martínez-Ortiz, I., Sierra, J.L., Fernández-Manjón, B. Educational game design for online education. *Journal Computers in Human Behavior*, vol 24, issue 6, 2530–2540, 2008,
- [Mortara et al., 2014] Mortara, M., Catalano, C.E., Bellotti, F., Fiucci, G., Houry-Panchetti, M. et Petridis, P. Learning cultural heritage by serious games. *Journal of Cultural Heritage*, vol. 15, no 3, p. 318-325, mai 2014.
- [Mueller et al., 2010] Mueller, F. F., Vetere, F., Gibbs, M.R., Agamanolis, S., and Sheridan, J. 2010. Jogging over a distance: the influence of design in parallel exertion games. In *Proceedings of the 5th ACM SIGGRAPH Symposium on Video Games (Sandbox '10)*, Stephen N. Spencer (Ed.), 2010, ACM, New York, NY, USA, 63-68.
- [Murray, 1997] Murray, J.H. *Hamlet on the hollodeck, the future of narrative in cyberspace*, Cambridge, MIT Press, 1997
- [Nacke et al., 2010] Nacke, L. E., Drachen, A. and Goebel, S. Methods for Evaluating Gameplay Experience in a Serious Gaming Context. *International Journal of Computer Science in Sport*. 2010, Vol 9, Issue 2
- [Nacke et al., 2011] Nacke, L.E., Bateman, C. et Mandryk, R.L. BrainHex: preliminary results from a neurobiological gamer typology survey. in *International Conference on Entertainment Computing*, 2011, p. 288–293.
- [Ni et al., 2014] Ni, Z., Kobetski, A. et Axelsson, J. Design and implementation of a dynamic component model for federated AUTOSAR systems. In *51st ACM/EDAC/IEEE Design Automation Conference (DAC)*, 2014, p. 1-6.

[Nieuwdorp, 2007] Nieuwdorp, E.. The pervasive discourse: an analysis. In *Computers in Entertainment (CIE) - Interactive TV*. 2007, vol. 5, Issue 2, Article N°13. DOI=10.1145/1279540.1279553

[Octobre, 2008] Octobre, S. Les horizons culturels des jeunes, *Revue française de pédagogie. Recherches en éducation*, no 163, p. 27-38, juin 2008.

[Octobre, 2009] Octobre, S. Pratiques culturelles chez les jeunes et institutions de transmission : un choc de cultures ?, *Culture prospective*, no 1, p. 1-8, janv. 2009.

[Opinionway, 2016] Opinionway. Les jeunes et la culture, In *AgefaPME*, février-2016. <http://www.agefa.org/agefa-pme/wp-content/uploads/sites/2/2014/11/agefa-pme-opinionway-enquete-dirigeants.pdf>, consulté le 27/10/2018

[Peitz et al., 2007] Peitz, J., Saarenpää, H. and Björk, S. Insectopia: exploring pervasive games through technology already pervasively available. In *Proceedings of the international conference on Advances in computer entertainment technology (ACE '07)*. ACM, New York, NY, USA, 2007, 107-114. DOI=10.1145/1255047.1255069

[Pellerin, 2009] Pellerin, R. *Contribution à l'ingénierie des jeux multijoueurs ubiquitaires*. Thèse du Conservatoire national des arts et métiers, discipline informatique, Conservatoire national des arts et métiers, Paris, 2009.

[Pellerin et al., 2009] Pellerin, R., Bouillot, N., Pietkiewicz, T., Wozniowski, M., Settel, Z., Gressier-Soudan, E. and Cooperstock, J.R. SoundPark: Towards Highly Collaborative Game Support in a Ubiquitous Computing Architecture. In *Proceedings of the 9th IFIP WG 6.1 International Conference on Distributed Applications and Interoperable Systems (DAIS '09)*, Twittie Senivongse and Rui Oliveira (Eds.), Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2009, 157-170

[Père and Coulais, 2010] Père, C. and Coulais, J.-F. Restitution virtuelle de la Major Ecclesia », In *CLUNY - Technologie du XIème s. - Technologie du XXIème s.*, Ecole nationale supérieure d'Architecture de Paris-Belleville, 23-oct-2010.

[Pereira and Roque, 2012] Pereira, L. L. and Roque, L. Towards a game experience design model centered on participation, In *CHI'12 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, 2012, p. 2327–2332.

[Pereira and Roque, 2013] Pereira, L. L. and Roque, L. Gameplay experience evaluation centered on participation: the fátima game design case, In *CHI'13 Extended Abstracts on*

Human Factors in Computing Systems, 2013, p. 1131–1136.

[Pereira and Roque, 2014] Pereira, L. L. and Roque, L. Fatima Post-mortem, In *Religion in Digital Games, Multiperspectives & Interdisciplinary Approaches*, vol. 05, Heidelberg: Institute of religious studies University of Heidelberg, 2014.

[Pernin, 2004] Pernin, J.-P. LOM, SCORM et IMS-Learning Design: ressources, activités et scénarios, In *Actes du colloque «L'indexation des ressources pédagogiques numériques»*, vol. 16, Lyon, 2004,

[Petrelli, 1999] Petrelli, D. Museums as Theatre: Suggestions for an Emotional Visit. In *Proceedings of the workshop on Affect in Interactions*, held in conjunction with the 3rd annual conference, Siena, October 1999, 107-110.

[Petrenko and Tymchuk, 2013] Petrenko, T. and Tymchuk, O. Adaptive Behavior Control Model of Non Player Character », In *2013 UKSim 15th International Conference on Computer Modelling and Simulation*, 2013, p. 39-44.

[Picard, 1997] Picard, R. *Affective Computing*, MIT Press. 1997.

[Poirot, 2015] Poirot, L. SCENARIO CULTE 08 01 2014, version 3. Rapport, Projet CULTE, 8 janvier 2015.

[Poels and al., 2007a] Poels, K., de Kort, Y. A. W. and IJsselsteijn, W. A. D3. 3: Game Experience Questionnaire. Délivrable, Projet GALA, 2007.

[Poels and al., 2007b] Poels, K., de Kort, Y. and IJsselsteijn, W. It is always a lot of fun!: exploring dimensions of digital game experience using focus group methodology, In *Proceedings of the 2007 conference on Future Play*, 2007, p. 83–89.

[Prigent, 2009] Prigent, A. Spécification de l'état du joueur. Rapport, Projet PLUG, 2009

[Pujol-Tost, 2011] Pujol-Tost, L. Integrating ICT in exhibitions. *Museum Management and Curatorship*, vol. 26, no 1, févr. 2011, p. 63-79.

[Raynal, 1992] Raynal, M. *Synchronisation et état global dans les systèmes répartis*. Paris, France: Eyrolles, Imp.1992, 1992.

[Reis et al., 2010] Reis, S., Romão, T. and Correia, N. Pervasive play for everyone using the weather. In *Proceedings of the 7th International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology (ACE '10)*. ACM, New York, NY, USA, 2010, 104-105.

[Rempulski et al., 2009] Rempulski, N., Prigent, A., Estrailier, P., Courboulay, V. and

- Perreira Da Silva, M. Adaptive storytelling based on model-checking approaches, *International Journal of Intelligent Games and Simulation (IJIGS)*, vol. 5, no 2, nov. 2009, p. 33.
- [Richard, 1983] Richard, J.F. *Logique du fonctionnement et logique de l'utilisation*, INRIA, report, avr. 1983.
- [Richard, 1986] Richard, J.F. *The semantics of action : its processing as a function of the task*, INRIA, report, juill. 1986.
- [Rivoal, 2012] Rivoal, A. *L'oculométrie cognitive : perception visuelle de l'image et outil d'aide à la prise de décision quant aux choix de réintégration*. Mémoire de fin d'études, Diplôme de Restaurateur du patrimoine, Institut National du Patrimoine, 2012.
- [Ronzoni, 2009] Ronzani, D. The battle of concepts: ubiquitous computing, pervasive computing and ambient intelligence in mass media. In *UbiCC Journal*, volume 4 number 2, 5 january 2009
- [Roques et Vallées, 2007] Roques, P. et Vallée, F. *UML 2 en action: de l'analyse des besoins à la conception*, 4e édition. Paris: Eyrolles, 2007.
- [Roussou et al., 2013] Roussou, M., Katifori, A., Pujol, L., Vayanou, M., et Rennick-Egglestone, S. J. A life of their own: museum visitor personas penetrating the design lifecycle of a mobile experience, in *CHI'13 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, 2013, p. 547–552.
- [Salem and Zimmerman, 2004] Salen, K., Zimmerman, E. *The rules of play. Game design fundamentals*, MIT Press, Massachussetts, 2004.
- [Sanchez and Pierroux, 2015] Sanchez E. et Pierroux, P. Gamifying the Museum: A Case for Teaching for Games Based Learning [En ligne], Disponible sur: http://www.academia.edu/13743322/Gamifying_the_Museum_A_Case_for_Teaching_for_Games_Based_Learning. [Consulté le: 10-sept-2015].
- [Santos et al., 2016] Santos, M.L., de Souza, R. et Maria do Carmo, L. MEIO: M-learning, social networks and gamification for environmental education, in *8th Euro American Conference on Telematics and Information Systems (EATIS)*, 2016, p. 1–8.
- [Satyanarayanan, 2001] Satyanarayanan, M. Pervasive computing: Vision and challenges. *Personal Communications*, IEEE, 8(4), 10-17. 2001

- [Schaller, 2011] Schaller, D., "From Knowledge to Narrative – to Systems? Games, Rules and Meaning-making". In J. Trant and D. Bearman (eds). *Museums and the Web 2011: Proceedings*. Toronto: Archives & Museum Informatics. Published March 31, 2011. http://conference.archimuse.com/mw2011/papers/from_knowledge_to_narrative_to_systems
- [Schell, 2010] Schell, J. 2010. *L'art du Game Design*. Pearson Campus press, novembre 2010, 540 p
- [Schmitt, 2012] Schmitt, D. *Expérience de visite et construction des connaissances : le cas des musées de sciences et des centres de culture scientifique*. Thèse, Sciences de l'information et de la communication, Université de Strasbourg, 2012.
- [Schmitt and Aubert, 2017] Schmitt, D. et Aubert, O. REMIND : a method to understand the micro-dynamics of the museum visitors experience, *Revue des Interactions Humaines Médiatisées (RIHM)*, vol. 17, no 2, p. 43-70, août 2017.
- [Schmitt and Meyer-Chemenska, 2014] Schmitt, D. et Meyer-Chemenska, M. Expériences de visite : de la transmission à la liction, *La Lettre de l'OCIM*, no 155, p. 17-23, sept. 2014.
- [Schmitt and Meyer-Chemenska, 2015] Schmitt, D. et Meyer-Chemenska, M. 20 ans de numérique dans les musées : entre monstration et effacement, *La Lettre de l'OCIM*, no 162, p. 53-57, nov. 2015.
- [Schneider and Kortuem, 2001] Schneider, J., and Kortuem, G. How to Host a Pervasive Game - Supporting Face-to-Face. In *Interactions in Live-Action Roleplaying*. Ubicomp workshop on Designing Ubiquitous Computing Game, 2001
- [SELL, 2015] Syndicat des éditeurs de logiciels de loisirs, *Essentiel du jeu vidéo, données marché et consommation France*, http://www.sell.fr/sites/default/files/EJV_03_FR.pdf, oct. 2015, consulté le 01/12/2018.
- [SELL, 2016] Syndicat des éditeurs de logiciels de loisirs, *Essentiel du jeu vidéo, marché, consommation, usages*, http://www.sell.fr/sites/default/files/EJV_02_2016_FR.pdf, juin 2016, consulté le 01/12/2018.
- [Seinturier et al., 2012] Seinturier, L. Merle, P., Rouvoy, R., Romero, D., Schiavoni, V. et Stefani, J.-B. A component-based middleware platform for reconfigurable service-oriented architectures, *Software: Practice and Experience*, vol. 42, no 5, p. 559–583, 2012.
- [Simatic, 2012] Simatic, M. *Contributions au rendement des protocoles de diffusion à ordre total et aux réseaux tolérants aux délais à base de RFID*, Thèse, Conservatoire national des

arts et métiers - CNAM, Paris, 2012.

[Simatic, 2009] Simatic, M. RFID-based replicated distributed memory for mobile applications. *Proceedings of the 1st International Conference on Mobile Computing, Applications, and Services (Mobicase 2009)*. San Diego, USA, ICST, October 2009

[Stein et al., 2013] Stein, R., Proctor, N. TourML: An Emerging Specification for Museum Mobile Experiences, *Museums and the Web 2011*, Toronto: Archives & Museum, http://www.museumsandtheweb.com/mw2011/papers/tourml_an_emerging_specification_for_museum_mo, consulté le 25 juin 2013.

[Stein, 2014] Stein, R. Connecting the Dots: How Digital Methods Become the Glue That Binds Cultural Heritage to Contemporary Society. *Keynote presented at the Museums and the Web Florence 2014*, Florence, Italy, February 19, 2014, consulté le 27 mars 2017, <http://www.slideshare.net/rstein/connecting-the-dots-43304062>.

[Stenros et al., 2007] Stenros, J., Montola, M., Waern, A. & Jonsson, S. *Momentum Evaluation Report*. iPerG Deliverable D11.8 Appendix C, 2007

[Stewart, 2011] Stewart, B. Personality And Play Styles: A Unified Model. *Gamasutra*, [En ligne], 01-sept-2011, [Référence du : 15-févr-2017] http://www.gamasutra.com/view/feature/6474/personality_and_play_styles_a_.php?print=1.

[Su et al., 2013] Su, P., Cao, C., Ma, X. et Lü, J. Automated Management of Dynamic Component Dependency for Runtime System Reconfiguration, in *20th Asia-Pacific Software Engineering Conference (APSEC)*, 2013, vol. 1, p. 450-458.

[Sutter Widmer and Szilas, 2017] Sutter Widmer, D. et Szilas, N. Motivation, comportement dans le jeu et expérience de jeu : une relation aux multiples facettes, *STICEF*, 2017.

[Suttie et al., 2012] Suttie N., Lochart, S., Lim, T., Macvean, A., Westera, W., Brown, D. and Djaouti, D. Introducing the “Serious Games Mechanics” A Theoretical Framework to Analyse Relationships Between “Game” and “Pedagogical Aspects” of Serious Games, *Procedia Computer Science*, vol. 15, p. 314-315, 2012.

[Sweetser and Wyeth, 2005] Sweetser P. and Wyeth, P. GameFlow: a model for evaluating player enjoyment in games. *Computers in Entertainment*, 3, 3 (July 2005), pp 1-24 DOI=10.1145/1077246.1077253

[Telecom, 2012]

<http://www.fondation-telecom.org/media/fondation/Documents/cahiergeilletransmedia.pdf>

[Tiensyrjä et al., 2010] Tiensyrjä, J., Ojala, T., Hakanen, T. and Salmi, O. PanOULU conqueror: pervasive location-aware multiplayer game for city-wide wireless network. In *Proceedings of the 3rd International Conference on Fun and Games (Fun and Games '10)*. ACM, New York, NY, USA, 2010, 157-165. DOI=10.1145/1823818.1823836

[Tijus and Zibetti, 2001] Tijus, C.A. et Zibetti, E. Le rôle du but et de l'objet dans la détermination sémantique du verbe d'action, *Journal des anthropologues. Association française des anthropologues*, no 85-86, p. 157-182, juin 2001.

[Thorn et al., 2012] Thom, J., Millen, D. et DiMicco, J. Removing gamification from an enterprise SNS, in *Proceedings of the ACM 2012 conference on Computer Supported Cooperative Work*, 2012, p. 1067–1070.

[Topol et al., 2015] Topol, A., Dupire, J. et Gal, V. PLUG: A ZigBee Network for Playing Ubiquitous Games, in *8th International Conference on Game and Entertainment Technologies - GET 2015*, Las Palmas de Gran Canaria, Spain, 2015.

[Vaibhav and Gupta, 2014] Vaibhav, A. et Gupta, P. Gamification of MOOCs for increasing user engagement, in *IEEE International Conference on MOOC, Innovation and Technology in Education (MITE)*, 2014, p. 290–295.

[Van Lankveld et al., 2011] van Lankveld, G., Spronck, P., van den Herik, J. et Arntz, A. Games as personality profiling tools, in *IEEE Conference on Computational Intelligence and Games (CIG)*, 2011, p. 197–202.

[van Lankveld, 2013] van Lankveld, G. *Quantifying Individual Player Differences*. PhD thesis, Tilburg University, The Netherlands, 2013.

[van Vught et al., 2012] van Vught, J., Schott, G. et Marczak, R. Understanding player experience finding a usable model for game classification, in *Proceedings of The 8th Australasian Conference on Interactive Entertainment: Playing the System*, 2012, p. 10.

[Vayanou et al., 2014] Vayanou, M., Karvounis, M., Katifori, A., Kyriakidi, M., Roussou, M. et Ioannidis, Y. The CHESS Project: Adaptive Personalized Storytelling Experiences in Museums., in *22nd Conference on User Modelling, Adaptation and Personalization (UMAP)*. Project Synergy Workshop, New York, 2014.

[Véron and Levasseur, 1989] Véron, E. and Levasseur, M. *Ethnographie de l'exposition : l'espace, le corps et le sens*, Paris, Bibliothèque publique d'information, Centre Georges

Pompidou. 1989.

[Veyret et al., 2009] Veyret, M., Maisel, E., Tisseau, J. Guide Virtuel Autonome Immergé dans un environnement réel dynamique, *Technique et Science Informatiques*, vol. 28, n°6-7, 2009, p. 831-856.

[Vincent Gérard, 2016] Vincent Gérard, A. *Les jeunes et la lecture*, Rapport, Centre National du Livre, Ipsos Connect, Game Changers, juin 2016.

[Waern and Stenros, 2007] Waern A., Stenros J., *Game design, Momentum*, Deliverable D11.7, Version 0.9, Projet iPerG, July 2007.

[Waern et al., 2009] Waern, A., Montola, M. and Stenros, J. The three-sixty illusion: designing for immersion in pervasive games. In *Proceedings of the 27th international conference on Human factors in computing systems (CHI '09)*. ACM, New York, NY, USA, 2009, 1549-1558. DOI=10.1145/1518701.1518939

[Walther, 2005a] Walther, B. K.. Atomic actions - molecular experience: theory of pervasive gaming. *Computers in Entertainment* 3, 3 (July 2005), 4-4. DOI=10.1145/1077246.1077258

[Walther, 2005b] Walther, B. K. Reflections on the methodology of pervasive gaming. In *Proceedings of the 2005 ACM SIGCHI International Conference on Advances in computer entertainment technology (ACE '05)*. ACM, New York, NY, USA, 2005, 176-179. DOI=10.1145/1178477.1178501

[Walz and Ballagas, 2007] Walz S. P. et Ballagas, R. Pervasive persuasive: a Rhetorical Design Approach to a Location-Based Spell-Casting Game for Tourists, *Digital Games Research Association (DiGRA)*, 2007.

[Wattiau et Akoka, 2015] Wattiau, I. et Akoka, J. Introduction aux Systèmes d'Informations, *cours Concepts Généraux de l'Informatique*, Cnam, année 2016-2015.

[Yan, 2009] Yan, C. *Jeux Vidéo Multijoueurs Ubiquitaires Adaptatifs : Principes de conception et architecture d'exécution.*, Thèse, Cnam, Paris, France, 2008

[Yannakakis et al., 2013] Yannakakis, G.N., Spronck, P., Loiacono, D. et André, E. Player modeling, *Dagstuhl Follow-Ups*, vol. 6, 2013.

[Yee, 2006] Yee, N. The Demographics, Motivations and Derived Experiences of Users of Massively-Multiuser Online Graphical Environments. *PRESENCE: Teleoperators and Virtual Environments*, 15, 2006, 309-329

[Yee, 2016] Yee, N. The Gamer Motivation Profile: Model and Findings. *Game Developer Conference*, 2016.

[Yohannis et al., 2014] Yohannis, A.R., Prabowo, Y.D. et Waworuntu, A. Defining gamification: From lexical meaning and process viewpoint towards a gameful reality, In *International Conference on Information Technology Systems and Innovation (ICITSI 2014)*, Bandung, Indonesia, 2014, p. 284-289.

[Xu et al., 2011] Xu, Y., Stojanovic, L., Stojanovic, N., Schuchert, T., Hammer, J.H., Gilleade, K., Moragues, J. and Cseh, B. *Conceptual Architecture*, Délivrable D1.2 Version 07, projet ARtSENSE, 31 octobre 2011.

[Zhao et al., 2017] Zhao, N., Azaria, A. et Paradiso, J. A. Mediated Atmospheres: A Multimodal Mediated Work Environment, In *Proceeding ACM Interactive Mobile Wearable Ubiquitous Technology*, vol. 1, no 2, p. 31:1–31:23, juin 2017.

Annexes

Annexe 1 Capture des besoins fonctionnels

La capture des besoins fonctionnels a conduit à définir les 4 cas d'utilisation qui sont examinés dans cette annexe (cf. 2.2.2).

Les parti-pris décidés pour cette étude sont les suivants :

- En cas d'exception, et dans le cadre de cette modélisation, les comportements seront limités à des messages d'erreur et la sortie du jeu.
- Le format de la récupération sur erreur est un choix à réaliser lors de la conception du jeu.

1. Cas d'utilisation 1: Démarrer une session

J'appellerai **session**, la durée du jeu entre le moment où le visiteur-joueur débute le jeu et celui où le jeu s'achève. Elle possède un **étatSession** pouvant prendre les valeurs suivantes : ouverte, fermée, suspendue et achevée. Un visiteur-joueur peut interrompre une session. Il peut donc l'ouvrir plusieurs fois. Pour le jeu de visite, une session se déroule au cours d'une ou plusieurs **visites**. La visite s'effectue au sein d'un **musée**, accompagnée ou non par un certain nombre **d'accompagnants, visiteurs**, éventuellement **visiteurs-joueurs**.

Le **jeu de visite** est un des volets d'une **logique transmédia**. Une logique transmédia comprend plusieurs **volets transmédia** dont un est le système que nous étudions (cf. Figure 49). Pour un volet donné, une session est associée à un seul joueur. Cependant, un joueur peut être associé à plusieurs sessions, une par volet transmédia, y compris le jeu étudié.

Le visiteur-joueur dispose d'un **profil**, établi selon un modèle déduit dans le chapitre précédent et rappelé dans la Spéc 4. Celui-ci est transverse aux différentes sessions de la logique transmédia afin :

- d'autoriser la persistance de ces données d'une session à l'autre,

- de faire bénéficier des connaissances acquises par un volet à tous les autres
- et d'éviter la construction par le joueur d'un nième profil lors de l'ouverture de session d'un nouveau volet transmédia.

Le visiteur-joueur s'authentifie par un **compte** qui lui permet de retrouver son unique profil et d'accéder à l'ensemble de ses sessions. Une authentification est nécessaire pour accéder aux sessions des différents volets transmédia en toute confidentialité et pour préserver l'intégrité des informations qui y sont sauvegardées.

La session s'initialise avec les informations **de la session** précédemment sauvegardée et des données de **configuration** du jeu lui-même. Chaque volet transmédia maintient un état, appelé **état de jeu** pour le jeu de visite. La logique transmédia maintient un **état global**.

1.1. Cas d'utilisation 1: Fiche descriptive

Titre : Démarrer une session

But : donner des informations caractérisant le joueur (identifiant, mot de passe) et toute donnée permettant de compléter les valeurs des variables inhérentes de son profil.

Résumé : création d'un compte s'il n'existe pas. Ouverture d'un compte existant. Mise à jour du profil du joueur.

Acteurs : Visiteur-joueur (VJ), Base de données (BD)

Pré-conditions : Aucune

Scénario nominal :

- Enchaînement (1) : le VJ donne ses identifiants
- Enchaînement (2) : la BD reçoit une demande de profil du VJ à la BD

- Enchaînement (3) : la BD envoie le profil du VJ
- Enchaînement (4) : le VJ reçoit le profil
- Enchaînement (5) : le VJ valide le profil
- Enchaînement (6) : le VJ choisit la session de jeu
- Enchaînement (7) : la BD reçoit une demande de configuration du jeu et d'état du jeu
- Enchaînement (8) : la BD envoie la configuration et l'état du jeu
- Enchaînement (9) : le VJ démarre la session du jeu de visite

Enchaînement alternatif :

- Enchaînement alternatif (10) : le VJ crée un compte
- Enchaînement alternatif (11) : le VJ met à jour son profil
- Enchaînement alternatif (12) : le VJ choisit une session de jeu
- Enchaînement alternatif (13) : le VJ crée une session

Ce cas d'utilisation se termine lorsque la session est ouverte.

Post-conditions :

- Le VJ possède un compte.
- Le VJ est associé à un profil éventuellement par défaut.

Exigences non fonctionnelles :

Exigence	Descriptif
Concurrence	<ol style="list-style-type: none"> 1. Eviter la création simultanée de deux comptes identiques. 2. Eviter que deux sessions du même compte puissent modifier les paramètres du profil en même temps
Cohérence	<ol style="list-style-type: none"> 1. Un problème de cohérence peut avoir lieu lorsque le profil est recopié sur les plateformes des différents volets transmédia. Il n'y a pas de problème de cohérence si le profil n'existe qu'à un seul emplacement. 2. Il y a risque de problème de cohérence pour les données partagées entre les différentes sessions, si celles-ci sont gérées sur les différentes plateformes et non centralisées.

Intégrité	Seul le VJ identifié peut accéder aux valeurs des variables inhérentes de son profil en écriture.
Confidentialité	Seul le VJ identifié et le système peuvent accéder en lecture aux valeurs des variables inhérentes du profil correspondant à l'identification.
Intégration des applications	Le numéro du compte utilisateur est l'identifiant interne du VJ dans le système
Connectivité	Disponible pour : <ul style="list-style-type: none"> • échanger les identifiants • recevoir et envoyer les valeurs du profil

Tableau 8 : Exigences non fonctionnelles du Cas d'Utilisation 1

1.2. Représentations graphiques :

- Diagramme d'activités :

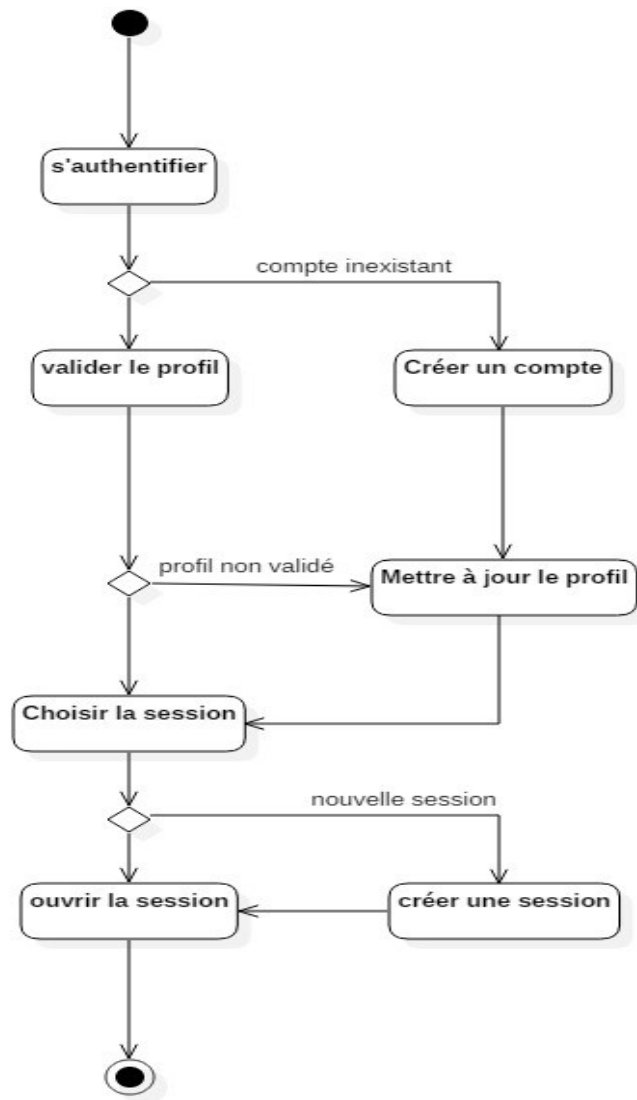


Figure 69 : Diagramme d'activité du cas d'utilisation 1

- Diagramme de séquences

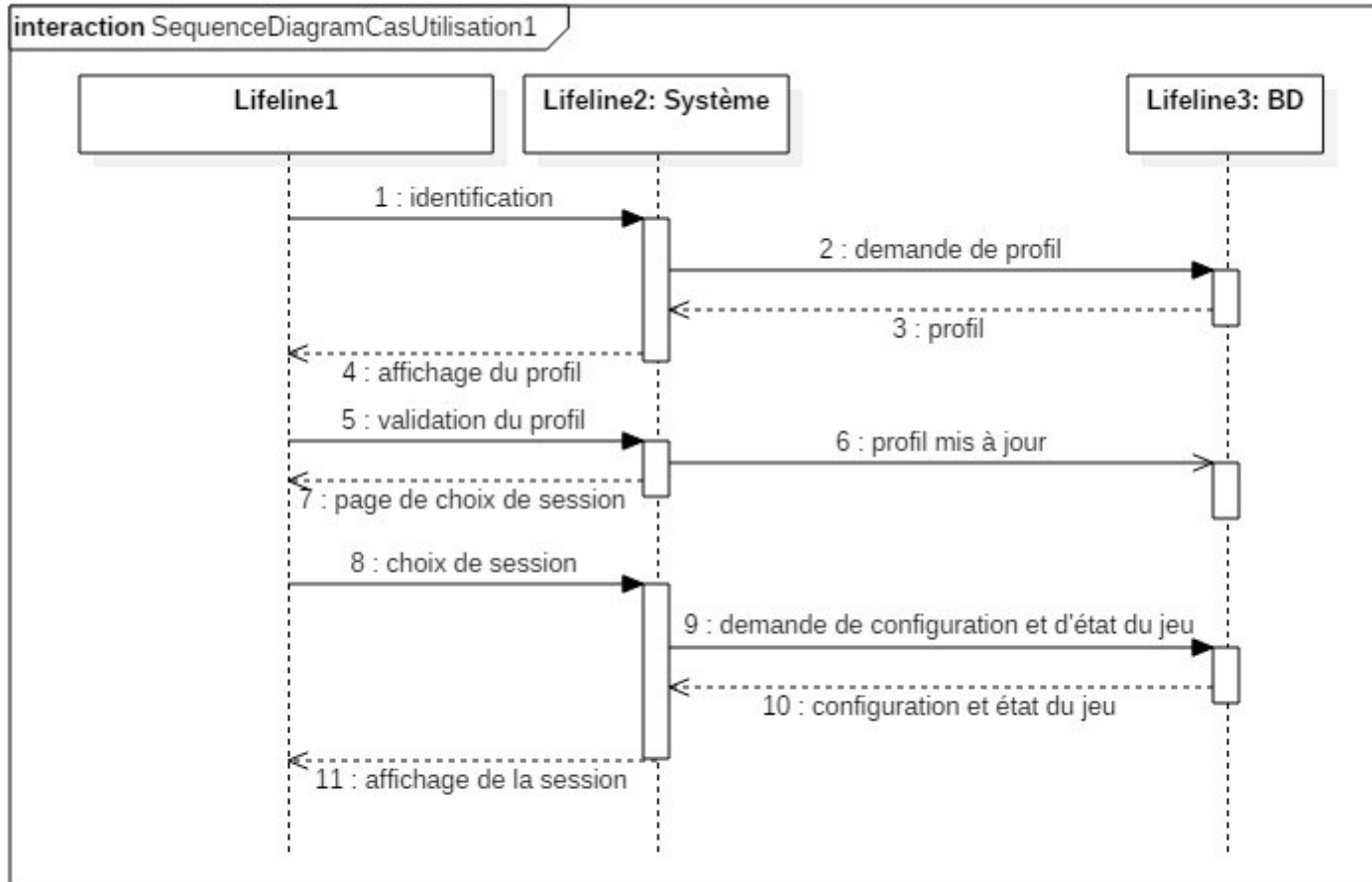


Figure 70 : Diagramme de séquence du cas d'utilisation 1

1.3. Identifier les classes candidates

Objets métiers :

- LogiqueTransmédia
- EtatGlobal
- VoletTransmédia
- EtatVoletTransmédia
- JeuVisiteTransmédia
- EtatJeu
- Configuration
- Session
- ProfilVisiteurJoueur
- Compte
- Visite
- Musée
- Visiteur

Propriétés :

Un profil de joueur peut être complet, en cours de construction, peuplé par défaut, en cours de modification.

Une session s'achève sur une expression booléenne, définissant la condition de fin du jeu.

Classes participantes :

Responsabilités :

- ProfilVisiteurJoueur :
 - connaître l'identifiant le visiteur-joueur
 - connaître les sessions de volets transmédia qu'il a déjà ouvertes
 - savoir s'il est complet
- Session :
 - connaître son état (à ouvrir, ouverte, fermée, suspendue et achevée)
 - connaître l'état du jeu nécessaire pour la progression du visiteur-joueur
 - donner les données de configuration au visiteur-joueur

Diagramme des classes participantes

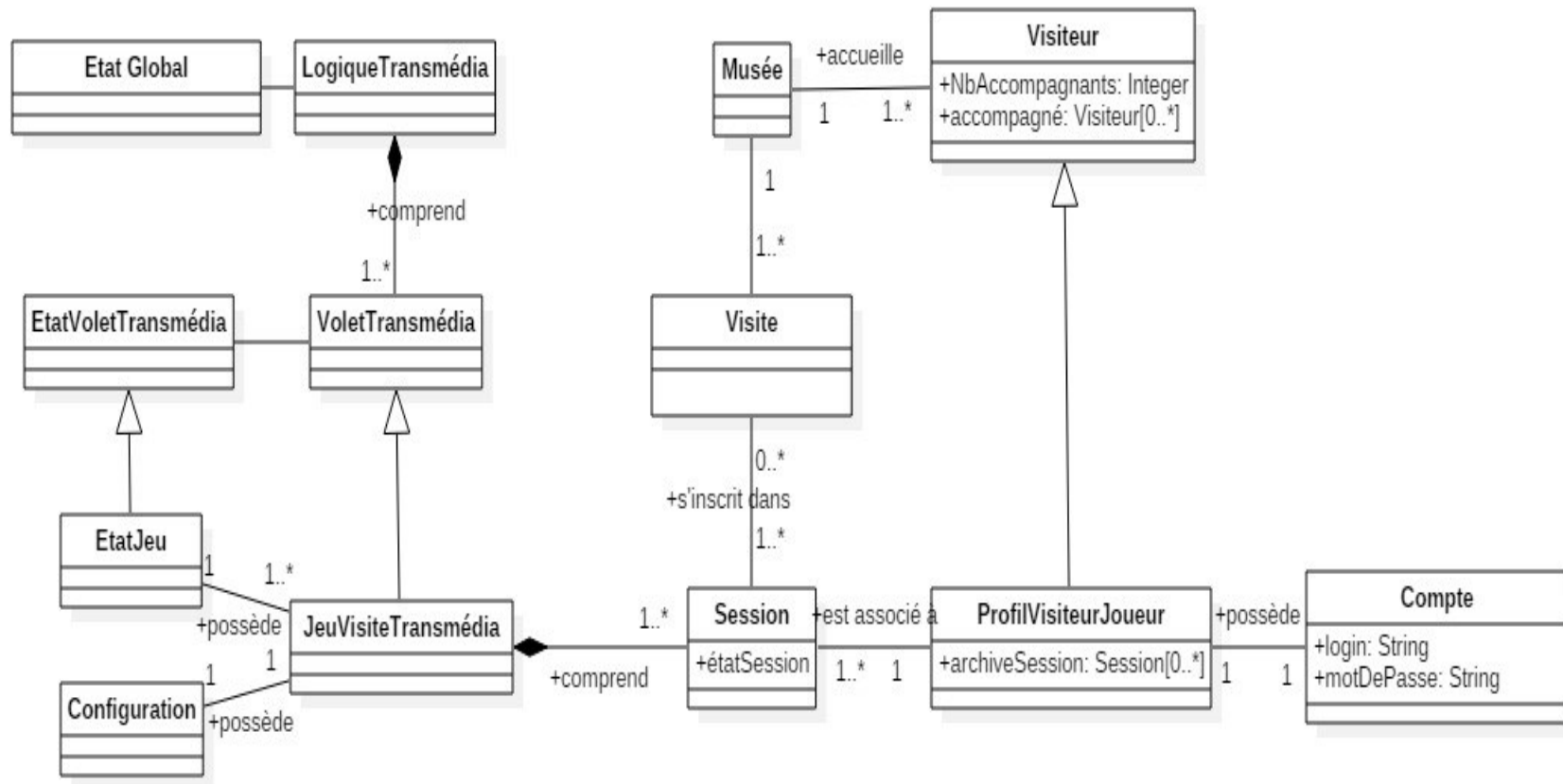


Figure 71 : Diagramme des classes participantes au cas d'utilisation 1

2. Cas d'utilisation 2 : Choisir une mission

Ce choix peut être effectué à l'aide de la visualisation de l'état du jeu (position du joueur dans le tableau de score, ressources dont dispose le joueur, les autres joueurs...).

2.1 Fiche descriptive

Titre : Choisir une mission

But : choisir la mission suivante à réaliser, en fonction des objectifs proposés, et éventuellement des acquis offerts, lorsque le système offre le choix entre plusieurs missions.

Résumé : lecture des différentes propositions, sélection d'une proposition, quitter le jeu.

Acteurs : Joueur

Pré-conditions :

1. Le joueur a démarré une session.
2. Le joueur est associé à un profil de visiteur-joueur.
3. Les propositions sont issues du processus d'équilibrage du jeu s'il s'est révélé nécessaire pour le joueur.
4. Les ressources ou personnes nécessaires (l'état d'entrée) à la mission sont disponibles.
5. Chaque mission est présentée par les objectifs à atteindre et les acquis éventuels lorsqu'ils sont atteints.
6. Les acquis éventuels non précisés font partie des règles du jeu.

Scénario nominal :

- Enchaînement (1) : Lire les propositions
- Enchaînement (2) : Sélectionner une proposition
si les ressources ou les personnes nécessaires ne sont pas disponibles alors il faut exécuter [**Exception 1 : RessourcesIndisponibles**]

Enchaînements alternatifs :

- Enchaînement alternatif (4) : consulter l'état du jeu
- Enchaînement alternatif (5) : quitter le jeu.

Ce cas d'utilisation se termine lorsque :

- Le joueur a sélectionné une proposition réalisable et si les ressources ou les personnes nécessaires ne sont pas disponibles après exécution de **[Exception 1 : RessourcesIndisponibles]**
- Le joueur quitte le jeu.

Exceptions :

[Exception 1 : RessourcesIndisponibles] : Afficher un message d'erreur à acquitter par le joueur.

Post-conditions :

1. les ressources pour la mission choisie sont disponibles.

Exigences non fonctionnelles :

Exigence	Descriptif
Concurrence	Des visiteurs-joueurs peuvent choisir la même mission et donc être en concurrence sur l'utilisation de ressources partagées (humaines ou matérielles)
Cohérence	<ol style="list-style-type: none"> 1. les ressources nécessaires à la mission doivent être dans un état cohérent pour que la réservation soit effective. Un problème peut se rencontrer lorsque les ressources ne sont pas gérées de façon centralisée ou virtuellement centralisées. 2. les données de contrôle doivent être dans un état cohérent pour que leur visualisation apporte des informations pertinentes pour le choix. Un problème peut se rencontrer lorsque les données de contrôle ne sont pas gérées de façon centralisée par un unique module de gestion.
Intégrité	<ol style="list-style-type: none"> 1. la gestion de la concurrence et de la cohérence des ressources et des données de contrôle doivent permettre de vérifier l'intégrité des données, notamment qu'un écrasement des réservations ne peut avoir lieu, 2. la mise à jour du parcours du visiteur-joueur avec l'ajout de la mission choisie est protégée par l'identification du visiteur-joueur.
Confidentialité	Ne se pose pas
Intégration des applications	Format des ressources et des données homogène entre les volets transmédia et les systèmes de gestion des ressources, ou existence d'un format intermédiaire et d'une procédure de conversion.

Tableau 9 : Exigences non fonctionnelles du Cas d'Utilisation 2

Propriétés :

- Une **liste de recommandation** de missions comprend au moins une mission. Elle est proposée au joueur dynamiquement par le système (cas des jeux de progression ou hybrides). Cette liste est gérée au sein de la session.
- Le visiteur-joueur ne sélectionne qu'une mission. Aucune ou une seule mission est donc en cours à chaque instant.
- Une **mission** est une proposition faite au joueur pour atteindre un ou plusieurs **objectifs** (Spec 3). Elle est présentée au visiteur-joueur par un **objectif** et les **acquis** qu'elle permet d'obtenir.
Elle peut se décomposer en un ensemble de missions, chacune possédant leurs propres objectifs. Dans ce cas, la première est dite mission "mère", les autres sont les missions "filles". Ainsi, dans le jeu PUPN, le joueur avait pour objectif de comprendre le fonctionnement d'un objet. Cette mission se décomposait elle-même en quatre autres missions : localisation de la salle où se trouvait l'objet, localisation de l'objet, compréhension de celui-ci et validation du résultat trouvé. Dans le jeu "Empire, Four Kingdom", la mission "Quête" regroupe un ensemble de quêtes simples comme "construire une caserne", "agrandir le château". Une mission mère s'achève lorsqu'une ou plusieurs des missions filles sont achevées, selon le résultat associé à son objectif.
- Un **objectif** détermine les ressources qui seront utilisées durant la mission. Ces indications facilitent la conception de la stratégie de jeu du joueur.

Responsabilités :

- ListeRecommandation :
 - donne l'ensemble des missions possibles
- ProfilVisiteurJoueur :
 - connaît sa disponibilité
- Mission :
 - connaît et mémorise la durée de la mission
 - connaît les acquis associés
 - connaît l'objectif à présenter au visiteur-joueur
- Objectif
 - connaît les résultats attendus
 - connaît les acquis possibles du visiteur-joueur
 - connaît les ressources utilisées durant la mission
- Ressource :
 - connaît sa disponibilité
- EtatDuJeu :
 - connaît l'état des ressources nécessaires à la progression du visiteur-joueur

Diagramme des classes participant à "Choisir une mission"

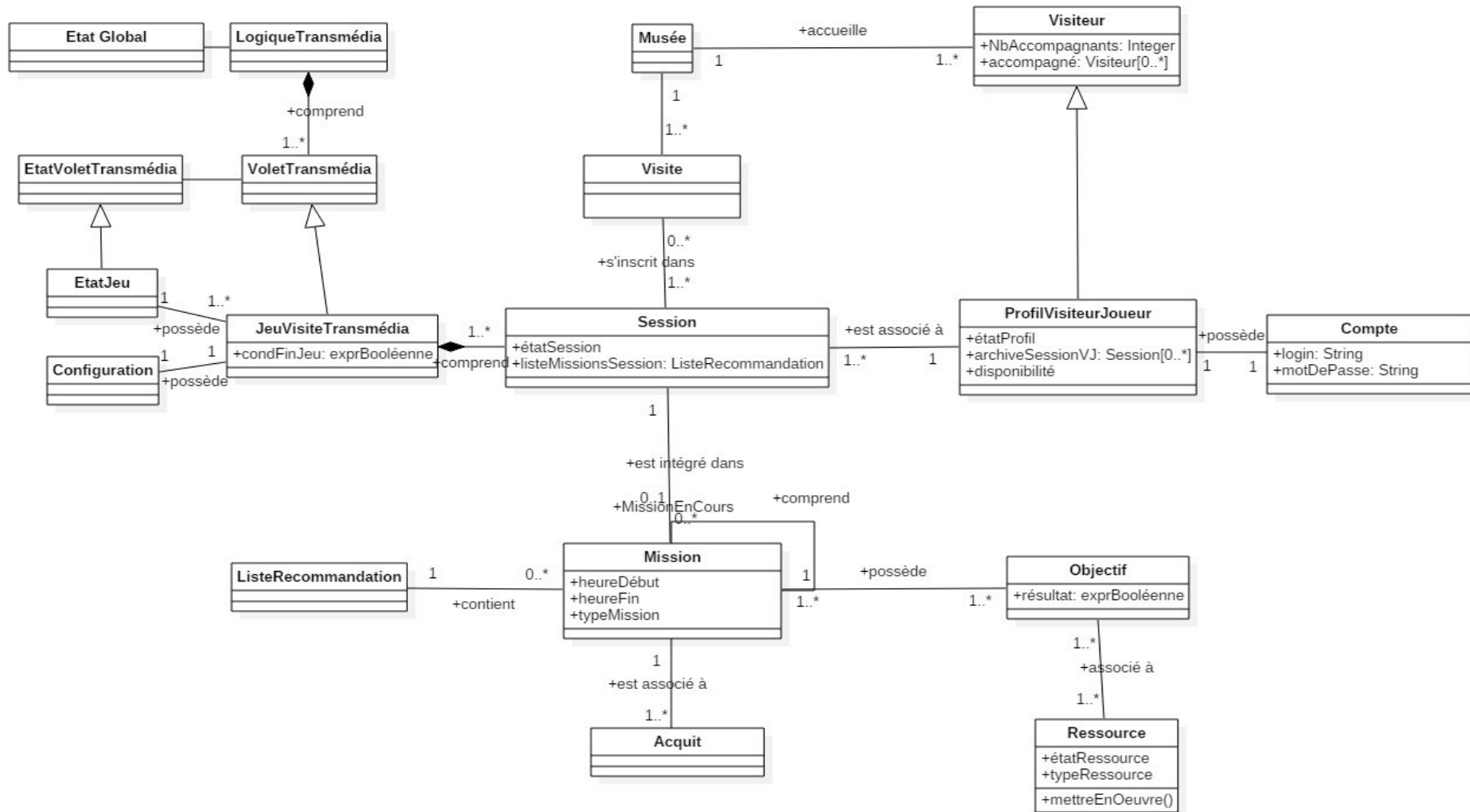


Figure 73 : Diagramme des classes participant au cas d'utilisation 2

3. Cas d'utilisation 3 : Réaliser une mission

La mission peut être réalisée dans le cadre du jeu de visite mais peut également demander la réalisation éventuelle d'une mission dans le cadre d'un autre volet de la logique transmédia (VT) (enchaînement alternatif). Cependant, si la connexion au VT s'effectue en dehors du jeu, l'interaction au cours de la mission entre le joueur et le VT ne transitera pas par le système et donc n'apparaît pas dans le cas d'utilisation.

La mission donne lieu à des acquis : enrichissement de connaissances, de qualités, gains, ressources qui sont conservées dans des espaces associés, à savoir :

- les référentiels du profil du VJ pour les qualités,
- les scores pour les gains,
- les magasins pour les ressources.

La mission s'achève sur un résultat, expression booléenne qui traduit la réalisation des objectifs de la mission.

Dans la cadre de ce cas d'utilisation, le visiteur-joueur peut demander la collaboration d'un autre joueur. Il est prévu également que la mission mette à jour le contexte du jeu si besoin, par l'intermédiaire d'un actionneur.

3.1 Fiche descriptive

Titre : Réaliser une mission

But : mener à bien une mission proposée par le système. La mission peut comporter un accès à un autre volet de la logique transmédia pour obtenir des ressources complémentaires (informations par exemple).

Résumé :

Atteindre l'objectif de la mission en modifiant les ressources, y compris contextuelles

Valider le résultat auprès du système,

Recevoir les acquis liés à la complétion de la mission, y compris les acquis personnels comme des connaissances, un moment de ressourcement.

Si c'est la dernière mission, recevoir un message de fin de jeu

Acteurs : Joueurs, Volet transmédia, base de données, actionneur

Pré-conditions :

1. Le visiteur-joueur est authentifié.
2. La mission est issue du processus d'équilibrage jeu s'il s'est révélé nécessaire pour le joueur.
3. L'état global de la session de jeu du joueur a été sauvegardé.
4. Les ressources nécessaires (l'état d'entrée) à la mission sont disponibles et réservées si besoin.

Scénario nominal :

- Enchaînement (1) : recevoir la mission
 - Enchaînement (2) : demander l'état du jeu
 - Enchaînement (3) : consulter l'état du jeu
 - Enchaînement (4) : contacter un collaborateur possible
- Si la connexion échoue alors **[Exception 2 : ContactJoueurImpossible]**

- Enchaînement (5) : mettre en commun les ressources nécessaires
- Enchaînement (6) : réaliser la mission dans le jeu de visite
- Enchaînement (7) : valider le résultat

à tout moment :

s'il y a perte de connectivité entre le JS et le VT durant la mission alors **[Exception 1 : ConnexionIndisponible]**

Enchaînements alternatifs :

- Enchaînement alternatif (6.1) : ouvrir une session d'un volet transmédia
 - Enchaînement alternatif (6.2) : réaliser la mission dans la session transmédia
 - Enchaînement alternatif (6.3) : valider le résultat dans la session transmédia
 - Enchaînement alternatif (6.4) : fermer la session transmédia
- à tout moment :

si la connexion échoue, alors **[Exception 3 : OuvertureSessionImpossible]**

- Enchaînement alternatif (8) : recevoir un message de fin de jeu
- Enchaînement alternatif (9) : quitter le jeu.

Ce cas d'utilisation se termine lorsque :

- le résultat est validé
- le temps de la mission est écoulé
- le joueur demande à quitter le jeu
- en cas d'exception système

Exceptions :

[Exception 1 : ConnexionIndisponible] : afficher message1 d'erreur à acquitter par le joueur. **[Exception 2 : ContactImpossible]** : afficher message2 d'erreur à acquitter par le joueur.

[Exception 3 : OuvertureImpossible] : afficher message3 d'erreur à acquitter par le joueur.

Post-conditions : aucune

Exigences non fonctionnelles :

Exigence	Descriptif
Concurrence	<ol style="list-style-type: none"> 1. Au sein d'un même volet transmédia, risque que les ressources soient modifiées de façon concurrentes par 2 joueurs 2. Entre deux volets transmédia, risque d'écrasement de données communes utilisées par des joueurs au sein de deux volets transmédia distincts (par exemple pour la modification de l'état de l'actionneur).
Cohérence	<ol style="list-style-type: none"> 1. Risque d'incohérence des données entre les états locaux conservés au sein de chaque volet de la logique transmédia 2. Risque de perte de cohérence lorsque des sessions de différents volets transmédias parallèles accèdent à des configurations différentes.
Intégrité	<ol style="list-style-type: none"> 1. Vérifier l'intégrité du résultat envoyé 2. Valider l'intégrité du vecteur d'actualisation de l'actionneur.
Confidentialité	<ol style="list-style-type: none"> 1. L'accès aux ressources du volet transmédia est tributaire de l'identifiant du joueur qui doit s'authentifier. 2. Eviter que les données de configuration puissent être lues et modifiées par une autre application de l'outil d'administration
Intégration des applications	<ol style="list-style-type: none"> 1. Si les ressources sont transmises par message entre le volet transmédia et le jeu de visite, prévoir un format compatible entre les deux volets de la logique transmédia, 2. Format homogène des ressources et des données entre les volets transmédia et les systèmes de gestion des ressources, ou existence d'un format intermédiaire et d'une procédure de conversion. 3. Format homogène ou conversion du format des données soumises à l'actionneur. 4. Interopérabilité des formats des fichiers de configuration et des formats internes au jeu de visite.

Tableau 10 : Exigences non fonctionnelles du Cas d'Utilisation 3

3.2 Représentations graphiques

- Diagramme d'activités (cf. Figure 74) :
Pour des raisons de lisibilité du diagramme, la possibilité de quitter le jeu n'est représentée qu'une fois, en début de diagramme mais elle est possible à tout moment dans le jeu.

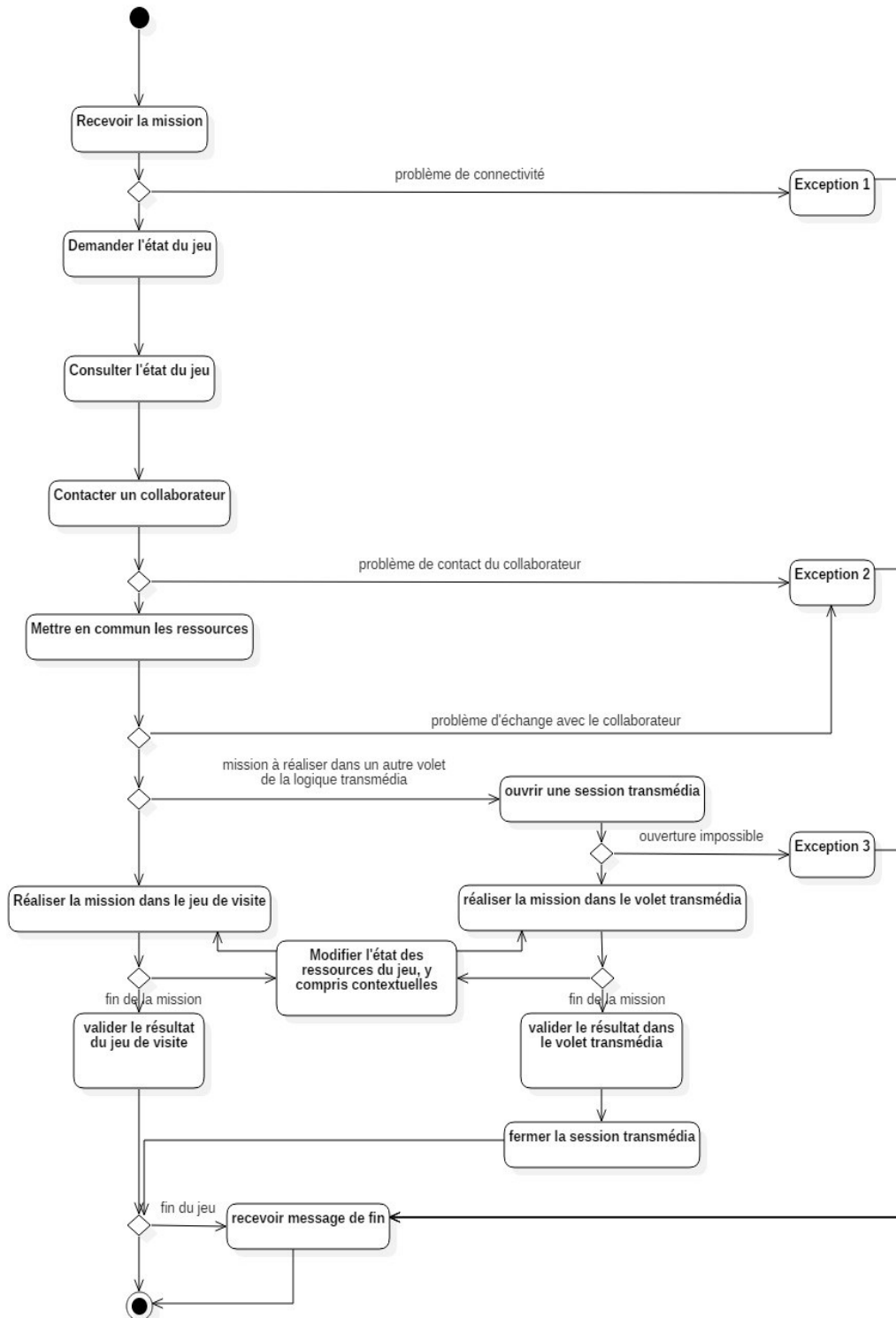


Figure 74: Diagramme d'activité du Cas d'Utilisation 3

- Diagramme séquentiel (cf. Figure 75) :

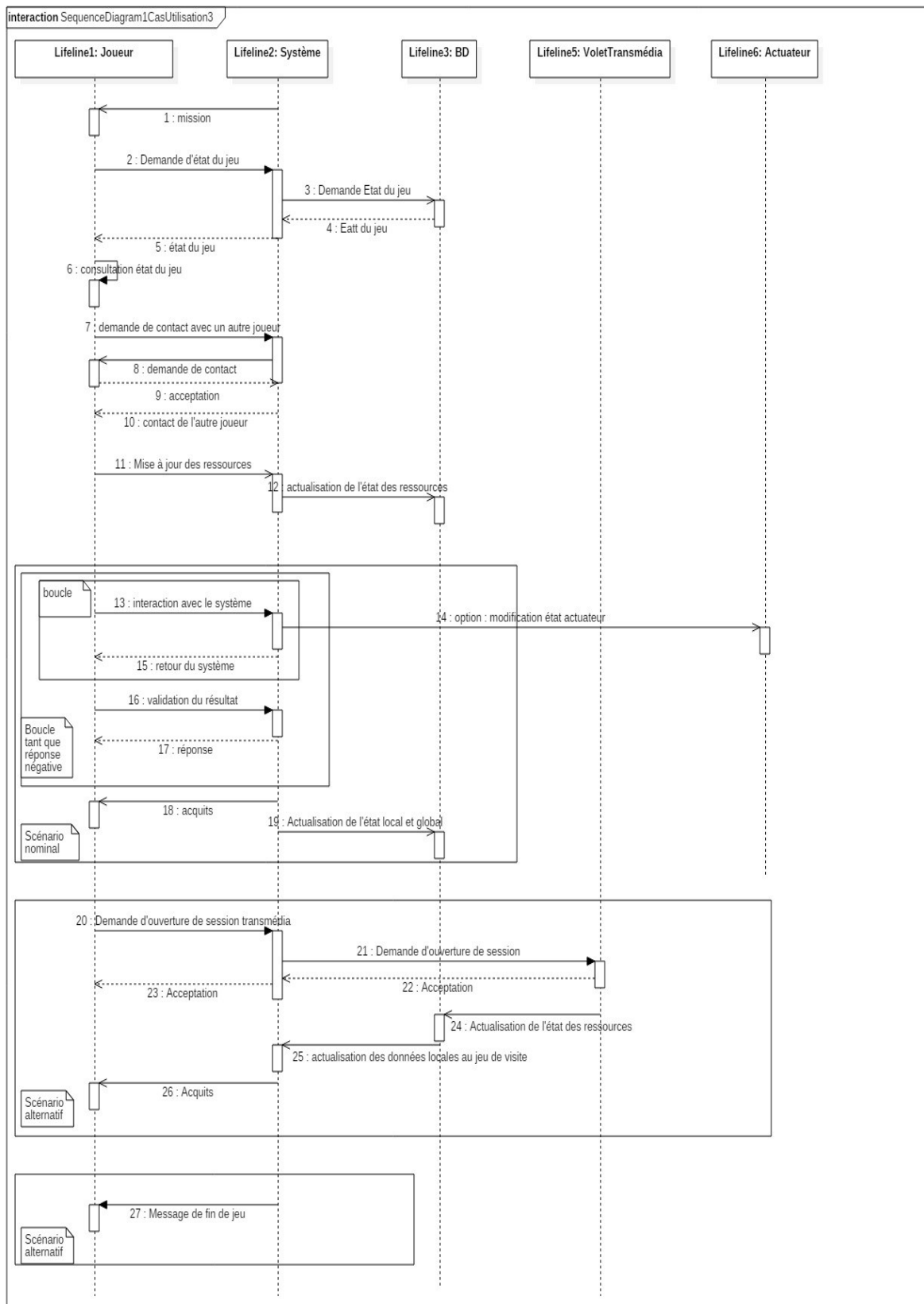


Figure 75 : Diagramme de séquence du Cas d'Utilisation 3

3.3 Identifier les classes candidates

Objets métiers

- ProfilVisiteurJoueur
- Localisation
- Mission
- Objectif
- Ressource
- VoletTransmédia
- Actuateur
- EtatDuJeu
- Acquis
- Enrichissement
- Référentiel
- RéférentielJeu
- RéférentielVisite
- Gain
- Score
- RessourceAcquise
- Magasin

Propriétés :

Un **objectif** peut être explicite ou implicite.

- Un objectif explicite suppose qu'il est exposé, d'une façon spécifique, au visiteur-joueur. On dira qu'il possède une **présentation**. Il existe un et un seul objectif explicite par mission. Dans le cas contraire, la mission pourrait être décomposée en autant de missions que d'objectifs explicites.
- Un objectif est implicite lorsque son existence n'est pas révélée. Une mission peut posséder un ou plusieurs objectifs implicites.

Par exemple, la mission libellée comme suit : "*actionner la vis d'Archimède*" a pour objectif explicite le fonctionnement de la vis d'Archimède mais peut posséder un objectif non déclaré : "*pour élever le niveau de l'eau dans le bac supérieur*".

Par défaut, un objectif est implicite.

Le **résultat** est une expression booléenne permettant de déterminer si le ou les objectifs sont atteints. Dans l'exemple précédent, la mission possède 2 objectifs et donc 2 résultats : l'un détectant la manœuvre de la vis d'Archimède, l'autre vérifiant l'augmentation du niveau d'eau dans le bac.

Les **acquis** sont associés à la mission. Avec l'objectif et les ressources manipulées, ils participent à la définition de l'intérêt d'une mission. Ils correspondent aux bénéfices que le visiteur-joueur peut espérer de la réalisation de la mission. Les acquis sont classés en trois catégories :

- une **ressource acquise** : c'est une ressource à part entière qui a pour finalité d'être utilisée au sein du jeu. Elle est conservée dans un **magasin** et pouvant être utilisée ultérieurement.

- un **enrichissement** est une nouvelle connaissance ludique ou non ludique qui vient compléter le profil du visiteur-joueur. Il modifie l'un des **référentiels** du visiteur-joueur
- un **gain** : c'est un objet uniquement valué qui n'a pas l'ambition d'être réutilisé au sein du jeu. Il n'est donc pas une ressource. Les **gains** permettant d'augmenter un **score**.

Les **ressources** peuvent être des éléments immatériels (images, sons, dépôts de contenu informatif immatériel et localisé), comme des éléments matériels appartenant ou pas au contexte du joueur mais faisant partie du contexte du jeu (objets informatifs localisés comme les œuvres ou les cartels). Elle peut se présenter sous différents formats : page HTML (HyperText Markup Language) sur un terminal, fichier audio pour des écouteurs.

Une même ressource peut être utilisées pour plusieurs objectifs. Par exemple, une photo de statue peut être intéressante d'un point de vue figuratif comme d'un point de vue technique. Une ressource peut posséder un protocole de présentation particulier. Par exemple, certaines œuvres peuvent être dissimulées au visiteur-joueur au sein d'une salle qui ne s'éclaire que lorsque le visiteur-joueur doit y pénétrer.

Certaines ressources, comme les pages HTML, sont paramétrables. Il est donc possible d'insérer des ressources au sein d'une ressource.

Peuvent donc s'ajouter à la liste précédente des objets métiers:

- ObjectifExplicite
- Présentation
- Enrichissement
- Référentiel
- Gain
- Score
- RessourceAcquise
- Magasin

Responsabilités

- Mission
 - possède
 - un type (simple, complexe),
 - un objectif explicite,
 - aucun, un ou plusieurs objectifs implicites,
 - aucun, un ou plusieurs acquis
 - connaît ses missions filles si mission complexe
 - connaît sa mission mère si mission simple issue d'une mission complexe
- Présentation

- présente l'objectif explicite
- Ressource :
 - connaît ses caractéristiques (disponibilité, type)
 - possède un protocole de mise en valeur
- Objectif
 - est associé à un résultat
 - connaît les ressources nécessaires pour atteindre le résultat
 - possède une présentation si explicite
- Acquis
 - connaît ses caractéristiques (type, espace de conservation)
- Actuateur
 - modifie son état en fonction des messages reçus du système
- Enrichissement
 - connaît son état : acquise/non acquise
 - connaît dans quel référentiel du profil il doit être conservé
- Gain
 - connaît ses caractéristiques (valeurs, état)
 - connaît le score auquel il est associé
- RessourceAcquise
 - connaît son état : acquise/non acquise
 - possède un lien vers le magasin où elle doit être conservée.

Diagramme des classes participantes pour le cas "Réaliser une mission" (cf. Figure 76)

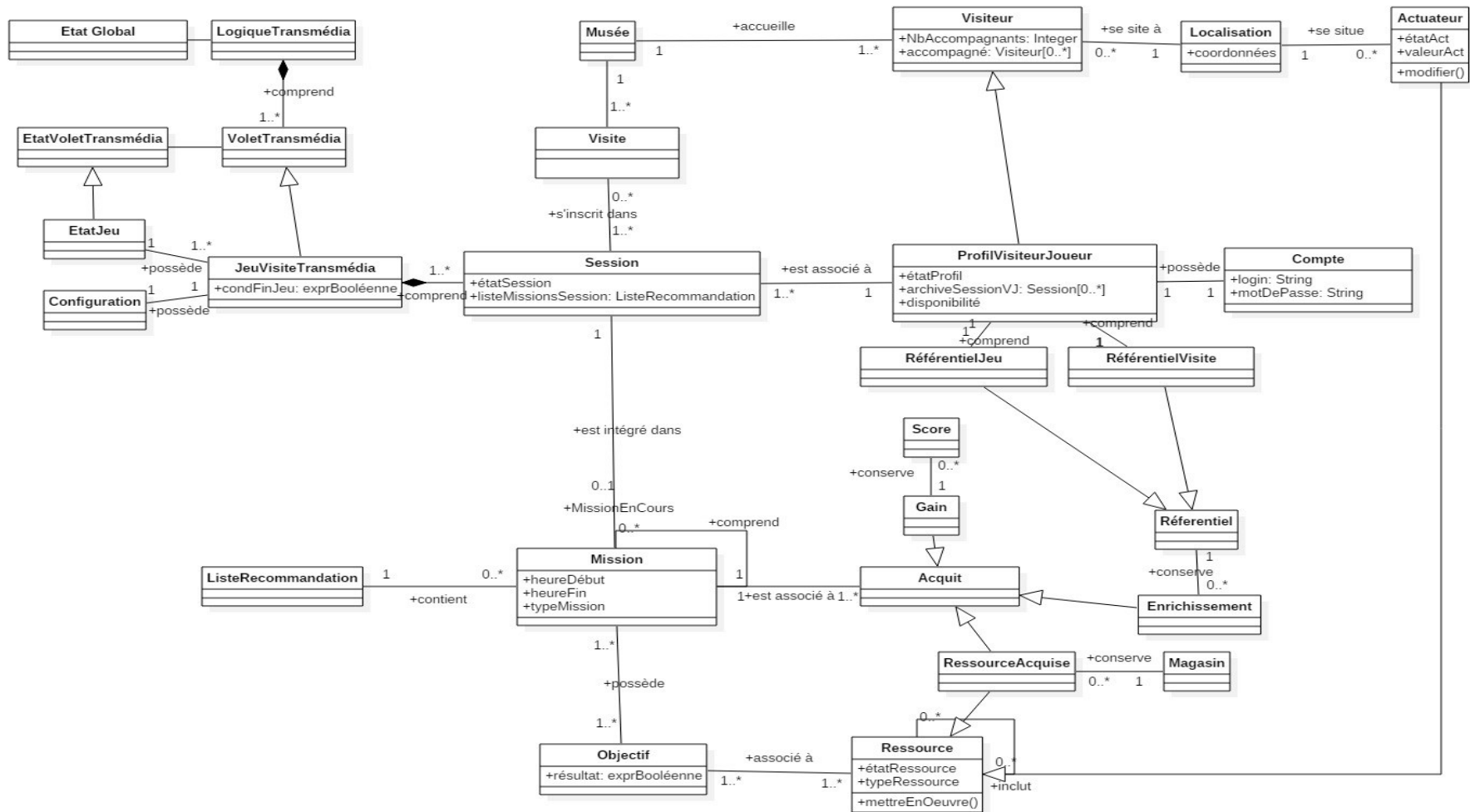


Figure 76 : Diagramme des classes participantes au cas d'usage 3

4. Cas d'utilisation 4 : "Arrêter une session"

La session s'arrête lorsque le jeu est terminé ou si le visiteur-joueur demande à quitter le jeu avant la fin de celui-ci. La session est alors enregistrée.

Titre : Arrêter une session

But : achever la session en cours pour pouvoir la reprendre ultérieurement si le jeu n'est pas terminé.

Résumé : envoi d'un message de fin de session et conservation de toutes les données permettant de reprendre le parcours à l'endroit où il a été arrêté.

Acteurs : Joueur, BD

Pré-Conditions :

Fin de toutes missions

Scénario nominal :

- Enchaînement (1) : demander à quitter le jeu
- Enchaînement (2) : sauvegarde de la session de jeu
- Enchaînement (3) : réception d'un message de fin de jeu

Post-conditions :

- Le joueur sort de l'application

Exigences non fonctionnelles :

Exigence	Descriptif
Concurrence	Sans objet
Cohérence	Sans objet
Intégrité	Vérifier l'intégrité des archives reçues
Confidentialité	Le profil doit être protégé par l'identifiant
Intégrations des applications	Idem que pour les autres cas d'utilisation

Tableau 11 : Exigences non fonctionnelles du Cas d'Utilisation 4

Représentations graphiques :

- Diagramme d'activité

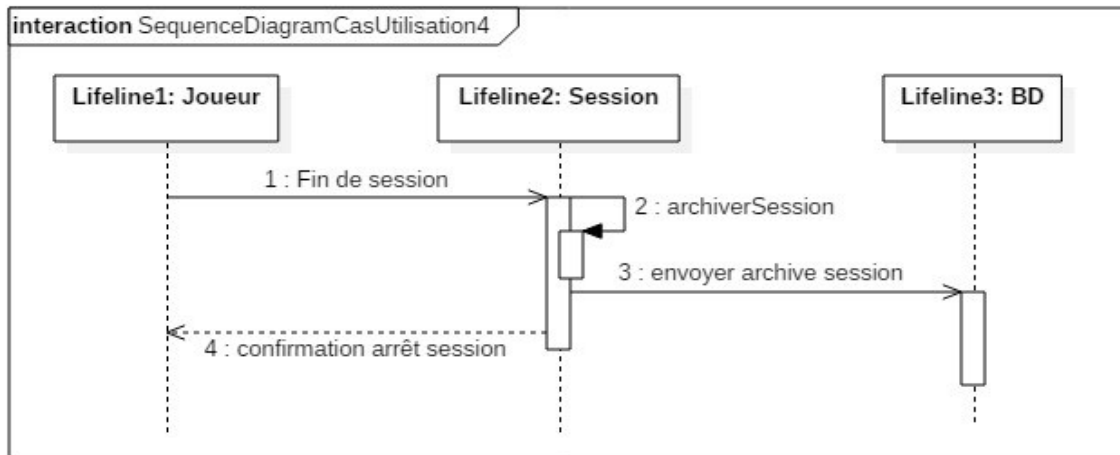


Figure 77 : Diagramme de séquence du Cas d'Utilisation 4

Objets métiers :

- Session
- ArchiveMission

Propriétés :

Un jeu, et donc la session, s'achève sur la véracité d'une *condition de fin de jeu*, expression booléenne exprimant la validité de la réalisation d'un ou plusieurs objectifs.

La mission est conservée dans une archive qui contient la référence de la mission achevée, le contexte de jeu et les acquis associés à chaque mission.

Responsabilités :

- JeuVisiteTransmédia :
 - possède une condition de fin de jeu
- Session :
 - connaît les archives des missions achevées
- ArchiveMission
 - conserve la mission, son contexte d'exécution et les acquis réalisés

Diagramme des classes participantes à "Arrêter une session"

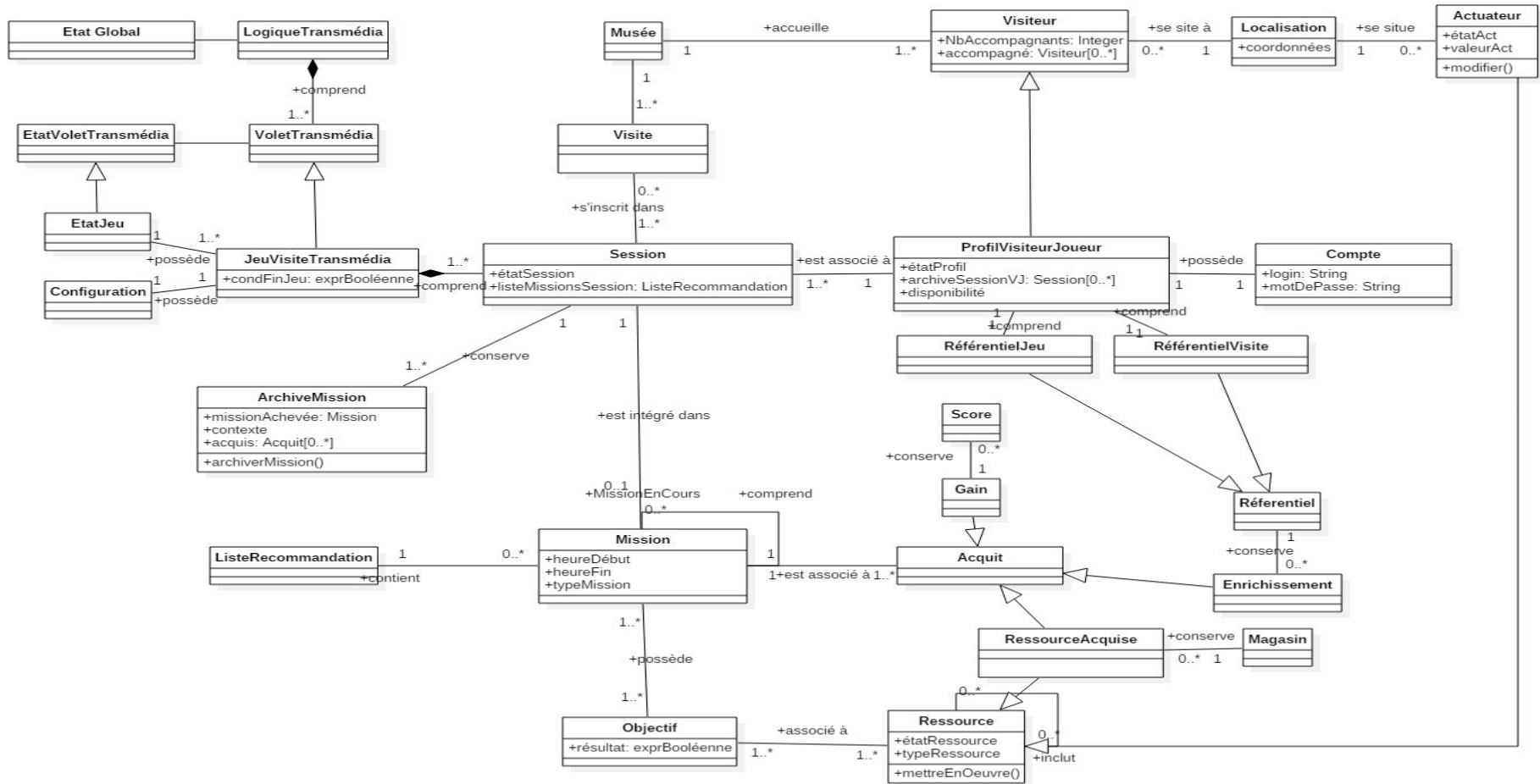


Figure 78 : Diagramme de classes du cas d'utilisation 4

Isabelle ASTIC

Adaptation dynamique des jeux de visite pour les musées : contribution à l'équilibrage de l'expérience du visiteur-joueur

Résumé

Le jeu sérieux semble une piste pertinente pour ouvrir le musée à un jeune public et fournir une présentation originale des oeuvres, tirant partie des possibilités des outils numériques. Des propositions existent déjà mais, à ma connaissance, sans réflexion globale sur la nature et les objectifs de ces jeux : quel type de jeu construire pour les musées ? Quelles expériences sont recherchées par les visiteurs joueurs ? Comment leur procurer à la fois une expérience satisfaisante de jeu et de visite ?

L'étude que j'ai menée ici, à partir de l'analyse de travaux des projets de médiation numérique auxquels j'ai participé, d'études académiques sur les jeux sérieux et l'expérience des visiteurs et des joueurs et de mon expérience professionnelle dans le domaine de la médiation et du développement informatique, apporte des réponses à ces différentes questions. Elle propose la notion de "jeu de visite", adapté à un public plus différencié et en conçoit une modélisation autour de la notion de "mission adaptable". Elle permet une modification dynamique des constituants du jeu et de son contexte d'exécution, en fonction de l'expérience recherchée par et pour le visiteur joueur.

Mots clés :

jeux sérieux, équilibrage, modélisation, profils de visiteur joueur, expérience de visite, expérience de jeu

Résumé en anglais

Serious games seem a relevant proposition for a more open offer for young audience and a more creative works' presentations taking advantages of the opportunities of digital technologies. Such proposition already exist but, as far as I know, what they should be exactly has never been studied. What kind of games are the more appropriate for museums ? Which experiences do gaming visitors expect ? How to manage their satisfaction about their visit and about playing a real game ? These are the questions this PhD thesis contribute to answer.

I based my reflection and my proposals on the analyse of projects devoted to cultural mediation in which I participated, on the research studies about serious games, visitors and gamers experience and on my professional background in cultural mediation and software engineering. I propose the notion of "visit game", appropriate for a more differentiated public, and build a model of this type of game around the concept of "adaptable mission". It allows to dynamically modify its components and its context of execution, depending on the experience expected by and for the gaming visitor.

Keywords :

serious games, balancing, models, playing visitor's profile, visitor experience, player experience