HAL
open science

# Synthèse dynamique de superviseur pour l'exécution adaptative d'applications interactives

Nicolas Rempulski

## To cite this version:

Nicolas Rempulski. Synthèse dynamique de superviseur pour l'exécution adaptative d'applications interactives. Ordinateur et société [cs.CY]. Université de La Rochelle, 2013. Français. NNT : 2013LAROS407 . tel-01124318

**HAL Id: tel-01124318**

**https://theses.hal.science/tel-01124318v1**

Submitted on 6 Mar 2015

**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.

Université de La Rochelle

Ecole doctorale S2I

Thèse

présentée pour obtenir le titre de DOCTEUR en
Informatique et applications

# Synthèse dynamique de superviseur pour l'exécution adaptative d'applications interactives

Nicolas Rempulski
nicolas.rempulski@univ-lr.fr

**Soutenue publiquement le 27 Septembre 2013 devant un jury composé de :**

| | | |
|---|---|---|
| *Rapporteurs* | Domitile Lourdeaux | Université de Technologie de Compiègne |
| | Stéphane Natkin | CNAM Paris |
| *Examinateur* | Nicolas Szilas | Université de Genève |
| *Directeur de thèse* | Pascal Estraillier | Université de La Rochelle |
| *Co-encadrants de thèse* | Armelle Prigent | Université de La Rochelle |
| | Vincent Courboulay | Université de La Rochelle |

Laboratoire L3I

*Thèse réalisée au* Laboratoire L3I
Pôle Sciences & Technologies
Avenue Michel Crépeau
17042 La Rochelle cedex 01

Tél : +33 5 46 45 82 62
Fax : +335 46 45 82 42

Web : http ://l3i.univ-larochelle.fr/

*Sous la direction de* Pascal Estraillier pascal.estraillier@univ-lr.fr

*Co-encadrement* Armelle Prigent armelle.prigent@univ-lr.fr
Vincent Courboulay vincent.courboulay@univ-lr.fr

*Financement* Allocation de recherche de la Région Poitou-Charentes

# Résumé

Cette thèse a pour objectif de proposer des solutions aux problématiques de la narration interactive. Nous souhaitons ainsi proposer une méthode de conception pour les auteurs, ainsi qu'une logique d'exécution utilisant ce modèle pour contrôler la construction d'un récit. Nous appliquons nos travaux dans le contexte des jeux vidéo, mais souhaitons adresser la narration interactive dans une dimension plus large.

Nous abordons ainsi la narration interactive comme une déstructuration de la narration classique. Le processus de création du récit n'est ainsi plus à la seule charge de l'auteur, mais implique également le public. Au travers d'une revue de la narration classique, nous souhaitons donc, dans un premier temps, formaliser le récit et ses enjeux. Nous utilisons ensuite le concept d'œuvre en mouvement pour identifier les processus et acteurs mis en jeu dans la co-production d'une œuvre, et ainsi définir les enjeux de nos travaux.

Pour adresser ces problématiques, nous proposons un modèle de la narration interactive à base d'automates. Celui-ci permet un contrôle et une vérification des récits possibles, tant lors de la conception, que dynamiquement à l'exécution. Cependant ce formalisme peut être complexe à prendre en main pour des auteurs non-initiés. Ainsi, nous formulons un modèle de haut-niveau, basé sur les concepts de la narratologie, permettant à ces derniers de créer un modèle de narration interactive en manipulant des concepts qu'ils maitrisent. Ce modèle est alors converti vers notre modèle à base d'automates.

Ce dernier sert alors de référent pour le contrôle dynamique de la narration interactive par un superviseur multi-agents. Celui-ci, par observation des évènements produits dans le jeu vidéo, est alors en mesure de contrôler le récit en cours de production pour garantir les critères de qualités spécifiés par l'auteur.

Nous proposons une implémentation de notre approche sous la forme d'un framework, comprenant notamment des outils auteurs d'édition des modèles que nous définissons, mais également les algorithmes de supervision nécessaire à l'asservissement de l'univers virtuel du jeu vidéo.

**Mots clés** : narration interactive, récit en mouvement, jeu vidéo, narratologie, récit, modélisation, contrôle, exécution, automates, multi-agents,

# Dynamic synthesis of supervisor for interactive application adaptive execution

# Abstract

This PhD thesis has for objective to propose solutions to interactive storytelling problems. We aim to propose a design method for the authors, as well as a logic of execution using this model to control the narrative unfolding. We apply our works in the video games context, but wish to addressinteractive storytelling in a wider dimension.

We so approach the interactive story as a breakdown of the classic storytelling. Indeed, interactive storytelling creation process is not any more only under the author responsability, but also involves spectators. Through a review of the classic storytelling, we thus wish, at first, to formalize storytelling and its stakes. We use then the concept of "oeuvre en mouvemen" to identify processes and actors involved in this creation process of a work, and thus to define the stakes in our research works.

We propose an interactive storytelling mode base on automata. This one allows a control and a check on possible narratives, during design as well as dynamically while producing the story. However this formalism is complex to handle by authors. So, we formulate a top-level model, based on storytelling concepts, allowing authors to create an interactive story model using concepts they know. This model is then converted into our automaton based model.

The latter serves then as referent for the dynamic control of the interactive storytelling, done by a supervisor multi-agents. This one, by observing produced events in the video game, is then able of controlling and guarantee the quality criteria specified by authors.

We propose an implementation of our approach in a framework, including authoring tools to edite our models. We also implements automata check and supervision algorithms necessary to control video game virtual universe.

**Keywords:** interactive storytelling, moving stories, video game, narratology, narrative, model, execution, control, automaton, multi-agents

# Remerciements

Je tiens en premier lieu à remercier mon encadrante, **Armelle Prigent**, qui est à l'origine de ces travaux et a rendu cette thèse possible. Ses conseils, indications, ainsi que nos échanges sur la narration interactive, ont permis à celle-ci d'évoluer et d'aboutir. Merci Armelle de m'avoir offert cette opportunité, qui a mené à tant d'autres (Shanghai, PLUG, enseignement à l'ENJMIN, ...), et surtout merci pour ta patience. Je remercie également **Pascal Estraillier** et **Vincent Courboulay,** pour avoir toujours répondu présents lorsque je les ai sollicités. Merci à tous les trois pour m'avoir ouvert d'innombrables portes scientifiques, méthodologiques et humaines, merci également pour votre bienveillance dans les moments les plus abrupts. Ce fut un long chemin et je n'y serai pas arrivé sans vous.

La solitude n'est pas un sentiment que j'ai connu lors de cette thèse au laboratoire L3I. Merci à **Nathalie**, **Mickaël** et **Matthieu** pour cette cohabitation amicale, chaleureuse et fructueuse dans le bureau 121 bis ; à **François** "Brotha" pour ton amitié et notre collaboration autour de nos travaux ; à **tous les doctorants** du laboratoire pour créer une ambiance dans laquelle il est agréable d'évoluer. Je remercie également **tous les membres** du laboratoire L3I pour leur accueil, leurs conseils et les travaux partagés. Évoluer dans cet environnement a été une expérience très enrichissante.

Merci aux membres du département informatique de l'Université de La Rochelle, du département informatique de l'IUT de La Rochelle et à la dernière promotion de moniteurs de l'université de La Rochelle. Ma formation et mon initiation à l'enseignement se sont déroulés dans des conditions optimales grâce à vous.

Je souhaite également remercier ma compagne, **Elise**, pour m'avoir accompagné, soutenu et encouragé au cours de ces années. Merci à mes parents, **Sylvie** et **Bruno**, pour m'avoir permis de réaliser les études préliminaires à cette thèse, pour leurs encouragements et leur soutien indéfectibles, ainsi que pour m'avoir appris la curiosité et le questionnement. Merci à mon frère, **Antoine**, pour nos échanges sur le jeu vidéo, et sur tant d'autres sujets, qui m'ont permis de garder le cap. Je tiens également à remercier tous les membres de ma famille, que je n'ai pas cités nommément, pour leur soutien tout au long de ces années.

Je terminerai en remerciant celles et ceux qui ont allumé et entretenu la flamme de l'informatique en moi. De mes premiers émois d'enfants face à un Amiga, en passant par un stage de collégien, jusqu'à l'appétit que me donne aujourd'hui la lecture des prouesses de développeurs anonymes. Merci également à **Tam**, **Prétorien**, **Blue** et tous ceux qui, malgré des échanges essentiellement virtuels, m'ont fait vibrer années après années pour l'informatique et ses possibilités.

# Table des matières


**1 Introduction** **5**
1.1 Avant-propos . . . . . 5
1.2 Survol de notre approche . . . . . 6
1.3 Enjeux de la narration interactive . . . . . 9
1.3.1 La place du public dans l'œuvre . . . . . 9
1.3.2 Le spectateur comme réalisateur . . . . . 10
1.3.3 Qualité du récit . . . . . 11
1.3.4 L'œuvre inachevée et l'œuvre en mouvement . . . . . 12
1.4 Problématiques scientifiques / Thématiques . . . . . 13
1.4.1 Identification du processus narratif . . . . . 14
1.4.2 Hypothèses . . . . . 14
1.4.3 Expression des besoins . . . . . 15
1.5 Positionnement . . . . . 16
1.5.1 Modélisation du cadre narratif . . . . . 17
1.5.2 Vérification et contrôle du cadre narratif . . . . . 18
1.5.3 Exécution d'une narration interactive . . . . . 18
1.6 Objectifs . . . . . 18
1.6.1 Caractérisation de la narration interactive . . . . . 18
1.6.2 Framework pour la narration interactive . . . . . 19
1.6.3 Modélisation et outils auteurs . . . . . 19
1.6.4 Exécution et contrôle . . . . . 20
1.7 Organisation de la thèse . . . . . 21

**I La narration interactive dans le contexte vidéo-ludique** **23**

**2 Narration et paradigme du récit** **25**
2.1 Approche du récit . . . . . 26
2.1.1 Sémantique du récit . . . . . 26
2.1.2 Le récit comme objet d'étude . . . . . 28
2.2 Etude des récits . . . . . 31
2.2.1 Les travaux des narratologues structuralistes . . . . . 31
2.2.2 Apports de l'école structuraliste . . . . . 35
2.2.3 Un aperçu des travaux des narratologues sémiotiques . . . . . 35
2.2.4 Conclusion . . . . . 37
2.3 Genèse des récits . . . . . 37
2.3.1 Analyse des structures narratives . . . . . 37
2.3.2 Des structures narratives au récit . . . . . 42

2.4 Conclusion . . . . . 47

**3 Mise en interactivité de la narration 49**
3.1 La narration interactive au sein du jeu vidéo . . . . . 49
3.1.1 Le gameplay comme narration . . . . . 50
3.1.2 La narration diégétique dans le jeu vidéo . . . . . 51
3.1.3 La narration interactive comme produit . . . . . 51
3.2 Objectifs de la narration . . . . . 53
3.2.1 La narration comme contextualisation . . . . . 53
3.2.2 Accompagnement du joueur . . . . . 55
3.3 Aspects qualitatifs de la narration interactive . . . . . 56
3.3.1 Expérience interactive . . . . . 57
3.3.2 Immersion interactive . . . . . 59
3.3.3 Le spect-acteur . . . . . 63
3.3.4 Qualité de la narration . . . . . 64
3.4 Problématique et objectifs . . . . . 66
3.4.1 Espace d'interaction . . . . . 67
3.4.2 Liberté surveillée . . . . . 68
3.4.3 Choix et frustration du joueur . . . . . 69
3.4.4 Complexité narrative . . . . . 70
3.5 Conclusion . . . . . 70

**4 Approches existantes 73**
4.1 Approches scénaristiques . . . . . 76
4.1.1 Supervision globale de la narration . . . . . 76
4.1.2 Architectures de pilotage structurel de la narration interactive . . . . . 80
4.2 Approches basées sur des agents . . . . . 85
4.2.1 Approche de scénarisation émergente basée sur la logique temporelle . . 86
4.2.2 Système basé sur l'arc dramatique d'Aristote . . . . . 89
4.3 Approches hybrides . . . . . 92
4.3.1 Gestion de l'intensité dramatique . . . . . 92
4.3.2 Système de production d'un récit narratif . . . . . 95
4.3.3 Outils auteurs et rôle du spect-acteur . . . . . 96
4.4 Positionnement . . . . . 99
4.4.1 Modélisation de la narration interactive . . . . . 101
4.4.2 Vérification du récit . . . . . 104
4.4.3 Supervision de l'exécution . . . . . 107

**II La narration interactive comme œuvre en mouvement 109**

**5 Production interactive d'œuvres 111**
5.1 La coproduction d'œuvres . . . . . 112
5.1.1 Les œuvres classiques . . . . . 113
5.1.2 Les œuvres ouvertes . . . . . 113
5.1.3 Les œuvres en mouvement . . . . . 114
5.1.4 Du spectateur au spect-acteur . . . . . 117
5.2 L'interprète au sein de la représentation . . . . . 121
5.2.1 Représentation et interactions . . . . . 121
5.2.2 Schéma communicationnel . . . . . 123

5.2.3 Analyse et décision de l'interprète . . . . . 125
5.3 Conclusion . . . . . 127

**6 La narration interactive comme récit en mouvement 129**
6.1 La narration interactive comme récit en mouvement . . . . . 131
6.1.1 Narration classique . . . . . 131
6.1.2 L'œuvre en mouvement . . . . . 132
6.1.3 Le récit en mouvement . . . . . 134
6.2 Le récit en mouvement dans le jeu vidéo . . . . . 140
6.2.1 Narration dans le jeu vidéo . . . . . 140
6.2.2 Le jeu vidéo comme œuvre en mouvement . . . . . 142
6.2.3 Les rôles dans le jeu vidéo . . . . . 144
6.3 L'interprétation du récit en mouvement dans le jeu vidéo . . . . . 145
6.3.1 Paradigme de l'interactivité . . . . . 146
6.3.2 Apport des média interactifs pour la représentation d'œuvres en mouvement 149
6.3.3 Fonctions de l'interprète dans le jeu vidéo . . . . . 151
6.4 Conclusion . . . . . 153

**7 Modélisation de la narration interactive 155**
7.1 Éléments du récit inachevé pour le jeu vidéo . . . . . 156
7.1.1 Modèle du contenu . . . . . 156
7.1.2 Règles d'assemblage . . . . . 159
7.1.3 Gestion de la complexité du modèle abstrait de récit inachevé . . . . . 162
7.2 Modèle abstrait du récit inachevé . . . . . 163
7.2.1 Modèle de structure narrative . . . . . 164
7.2.2 Modèle d'histoire . . . . . 166
7.2.3 Modèle de séquence narrative . . . . . 167
7.3 Conclusion . . . . . 168

**III Approche de synthèse de superviseurs pour l'exécution de narrations interactives 171**

**8 Modélisation et contrôle du récit en mouvement 173**
8.1 Les automates à états finis pour la narration interactive . . . . . 175
8.1.1 Approche formelle du récit inachevé . . . . . 175
8.1.2 Modélisation par automates . . . . . 177
8.1.3 Composition d'automates . . . . . 184
8.2 Utilisation des automates . . . . . 189
8.2.1 Vérification de propriétés . . . . . 190
8.2.2 Spécification d'exécution . . . . . 193
8.3 Les automates pour le récit en mouvement . . . . . 197
8.3.1 Modélisation du récit inachevé . . . . . 198
8.3.2 Représentation de la narration interactive . . . . . 202
8.4 Conclusion . . . . . 203

**9 Du modèle au contrôle de la narration interactive 205**
9.1 Du modèle haut-niveau au modèle à base d'automates . . . . . 206
9.1.1 Structure narrative . . . . . 207
9.1.2 Histoire . . . . . 215

9.1.3 Séquence narrative . . . . . 217
9.2 Superviseur multi-agents de narration interactive . . . . . 220
9.2.1 Agent Observateur . . . . . 221
9.2.2 Agent Scénariste . . . . . 224
9.2.3 Agent Réalisateur . . . . . 226
9.3 Conclusion . . . . . 229

**10 #Telling, plateforme logicielle de démonstration 231**
10.1 Modèles de récit inachevés . . . . . 234
10.1.1 Modélisation des automates . . . . . 234
10.1.2 Modèle abstrait de récit inachevé . . . . . 235
10.1.3 Modèle haut-niveau de récit inachevé . . . . . 235
10.2 Assistance à la conception de récit inachevé . . . . . 236
10.2.1 Éditeur d'automates . . . . . 236
10.2.2 Noorad : logiciel auteur pour le récit inachevé . . . . . 237
10.3 Synthèse et contrôle de la séquence narrative . . . . . 238
10.3.1 Manipulation et conversion des automates . . . . . 240
10.3.2 Exécution et vérification des automates . . . . . 240
10.3.3 StoryTeller : Interprète multi-agents du récit en mouvement . . . . . 241
10.4 Preuve de concept . . . . . 242
10.4.1 Présentation . . . . . 242
10.4.2 Exemple de récit inachevé . . . . . 243
10.5 Conclusion . . . . . 246

**11 Conclusion 247**
11.1 Rappels des objectifs . . . . . 247
11.2 Éléments saillants de l'approche . . . . . 248
11.3 Limites . . . . . 249
11.3.1 Expressivité du modèle . . . . . 250
11.3.2 Communication entre agent observateur et sonde . . . . . 250
11.3.3 Validation de la montée en charge . . . . . 251
11.4 Perspectives . . . . . 251
11.4.1 Application à la narration interactive hors du jeu vidéo . . . . . 251
11.4.2 Évolution du modèle . . . . . 251
11.4.3 Evolution des outils . . . . . 252
11.4.4 Manipulation d'un récit inachevé pour le récit totalement généré . . . . . 252
11.4.5 Industrialisation . . . . . 253

# Chapitre 1

# Introduction

---

## 1.1 Avant-propos

*Introduire la narration interactive n'est pas chose aisée tant les concepts mis en jeu sont nombreux. Ainsi, il est nécessaire de présenter la narration traditionnelle, et les enjeux de sa mise en interactivité, le rôle particulier du spectateur dans la narration interactive ou encore l'apport de l'informatique pour cette dernière. L'inter-dépendance entre ces éléments ne permet pas de définir de manière incrémentale les termes que nous employons. Nous souhaitons donc, ici, proposer des définitions attenant à la narration interactive que nous allons employer dans cette introduction, et cela afin de clarifier notre propos. Si celles-ci sont présentées de manière partielle dans un premier temps, nous reviendrons sur ces éléments plus tard dans nos travaux, afin d'en proposer la caractérisation complète.*

**Définition 1.1.0.1** (***Histoire***) Une histoire est un ensemble de faits se rapportant à un sujet donné, **pris dans leur ordre chronologique**. Nous pouvons ainsi penser par exemple à l'histoire du *"petit chaperon rouge"* avec l'ensemble de ses évènements : l'envoi du petit chaperon rouge porter des provisions à sa grand-mère, la rencontre des bûcherons dans la forêt, l'arrivée à la maison, le dialogue avec la grand-mère,

**Définition 1.1.0.2** (***Récit***) Le récit est la mise dans **un ordre arbitraire et spécifique** d'un sous-ensemble des faits d'une histoire. Ainsi le récit est-il un parti pris de son auteur présentant les éléments d'une histoire d'une certaine manière. Il est ainsi possible, pour une seule et même histoire, d'obtenir plusieurs récits. Les variations entre les récits peuvent-être :

- **Sélection** des évènements : d'un récit à l'autre, les faits de l'histoire réutilisés ne sont pas nécessairement les mêmes ;
- **Ordonnancement** des évènements : les évènements peuvent être présentés dans un ordre non-chronologique, par des flashbacks par exemple ;
- **Focalisation** : dans l'exemple du petit chaperon rouge, le récit peut être abordé du point de vue du loup, de la grand-mère, du petit chaperon rouge ; . . .

**Définition 1.1.0.3** (***Auteur***) L'auteur désigne **la ou les personnes créant un récit**. Cette création peut être faite ex-nihilo, à partir d'une histoire déjà existante mais dont ils souhaitent présenter un autre récit, ou bien encore via la création simultanée d'une histoire et d'un récit.

**Définition 1.1.0.4** (***Narration***) La narration est **le processus permettant à l'auteur la création d'un récit**. Celui-ci se divise en différentes phases telles que la création ou le choix de l'histoire, la sélection des faits à relater dans le récit cible, ou encore le point de vue à adopter. **La narration comporte divers sous-processus et objets** que nous présenterons dès le chapitre 2. Il est entendu que la narration ne désigne pas nécessairement, dans la langue courante, un acte de création, puisque la lecture d'un livre à un auditoire est également désignée par le terme de narration. Dans ces travaux nous utiliserons uniquement sa signification de **création d'un récit**.

**Définition 1.1.0.5** (***Public et spectateur***) Ce sont **les destinataires du récit**. Cette appropriation peut se faire par l'intermédiaire d'une tierce personne, tel un conteur ou la projection d'un film, ou par leurs propres moyens, comme la lecture d'un livre. Nous utilisons tour à tour ces mots pour désigner les utilisateurs finaux de nos travaux, ceux à qui sont destinés les récits produits.

**Définition 1.1.0.6** (***Narration interactive***) La narration interactive est avant tout une narration : **un processus menant à la création d'un récit**. Cependant la notion d'interactivité caractérise **l'intervention du public** dans ce processus. Les partis pris du récit ne sont ainsi plus du seul fait de l'auteur. Le public s'approprie un espace d'expression par lequel il va influer sur le récit. Il ne s'agit pas là d'une influence fictive, au travers de sa perception ou de son imagination, mais bien d'une **contribution concrète** au récit produit.

**Définition 1.1.0.7** (***Qualité narrative***) Nous avons la nécessité d'évaluer les récits qui sont produits lors de la narration interactive afin d'avoir un retour à la fois sur le processus de narration mis en œuvre, mais également sur l'état du récit. Sous le terme de qualité narrative, nous dénotons **des propriétés touchant le fond et la forme du récit**, telles que le respect de structures narratives définies ou l'intérêt du récit pour l'utilisateur.

## 1.2 Survol de notre approche

La narration interactive amène à s'interroger sur les processus de création à mettre en œuvre tant elle chamboule le paradigme de la narration traditionnelle. En effet, son emploi dénote une volonté, de la part des auteurs, de permettre une participation active du public dans la création du récit qu'ils vont eux-mêmes expérimenter. Mais cette prise en compte du public, auparavant destinataire passif du récit, **impose un processus de création différent**. Puisque le spectateur doit avoir un impact sur le rendu final de l'œuvre, il est donc nécessaire de recueillir ses choix et volontés, afin de les intégrer au récit en construction.

Le processus de narration, dit **classique**, est sous **l'entière responsabilité de l'auteur**. En effet, celui-ci est seul à prendre les décisions quant aux faits prenant place, leur ordonnancement et leur présentation. Le récit découlant de ce processus est alors **identique** pour toute personne y accédant. Ainsi, en prenant l'exemple d'un livre, une fois le récit de l'auteur fixé sur le papier, chaque personne lisant ce livre obtiendra la même expérience, aura accès au même contenu. Nous reviendrons en détail sur le processus de narration linéaire, que nous présentons dans le chapitre 2, mais nous pouvons, pour le moment, décrire celui-ci comme la nécessité d'effectuer deux tâches :

- **La définition des faits chronologiques d'une histoire** ;
- Leur **ordonnancement dans un récit**.

Selon notre exemple précédent, chaque personne lisant un livre donné aura accès à la même histoire et au même récit. **La liberté d'interprétation** du public dans ce cas est **très réduite**. Elle est du fait de la personnalité propre de chacune des personnes. Ils peuvent ainsi interpréter différemment les paroles d'un héros ou essayer de combler les éléments omis dans la trame scénaristique. Cependant, l'auteur n'a de fait que peu de contrôle sur ces expériences individuelles puisqu'il **ne peut plus modifier son récit**.

**La narration interactive**, quant à elle, met en jeu un autre paradigme : l'auteur n'est plus seul maître à bord de ce processus. Il doit **partager les responsabilités** avec son public. Il s'agit ainsi d'une mise en interactivité de la narration, de l'initiation d'un **échange entre auteur et public** pour *"négocier"* le récit produit. Nous allons voir qu'il ne s'agit pas d'un dialogue direct puisqu'il est le plus souvent asynchrone : l'auteur ne peut être présent à coté de chaque spectateur. Cependant, chacune des parties impliquées a une place de co-auteur à assumer. Les sous-tâches de la narration sont ainsi dévolues à l'un ou l'autre, créant **divers degrés de narration interactive**. Celle-ci peut ainsi être vue comme **un curseur** dont les deux extrémités sont formées par la prédominance d'un des acteurs sur l'autre :

- **Auteur fort** et **spectateur faible** : il s'agit du type de narration interactive le plus proche d'une narration linéaire classique. Le spectateur se voit cantonné à une tâche de navigation, **sans choix ou alternatives**, au sein d'un récit imposé par l'auteur. Le spectateur ne peut que se limiter à déclencher les faits les uns après les autres ;
- **Auteur faible** et **spectateur fort** : le spectateur a **l'exclusivité sur le récit** : il fait seul le choix parmi un nombre maximum de possibilités et de combinaisons prévues par l'auteur. Il a également une **très forte influence sur l'histoire**, en choisissant les protagonistes et les faits qui vont être relatés par exemple.

Le positionnement du curseur entre ces deux bornes par l'auteur (ce choix lui incombe) définit **les problématiques attenantes à la narration interactive** qui vont se produire. En effet, chacun de ces deux extrêmes impose des contraintes sur le processus de narration. Ainsi, **la première possibilité**, où l'auteur prédomine, est la plus sécurisante du point de vue de la **qualité du récit** produit : l'auteur, possédant les connaissances relatives à la narration et au récit particulier qu'il souhaite proposer, est en mesure d'imposer l'intégralité des éléments de l'œuvre. Celle-ci aura donc une **qualité élevée**. Mais dans le cadre d'une narration interactive, le spectateur peut rapidement être frustré du **manque d'interactivité ou d'impact sur le récit**, et donc se désintéresser du récit lui-même.

**La seconde possibilité** est la plus riche pour le spectateur. Les quantités d'interactions possibles et de récits, qui lui sont proposées, lui offrent une **navigation la plus libre possible** dans l'univers de l'histoire. Il pourra ainsi choisir les personnages, leurs noms, rôles ou caractéristiques physiques, mais également leurs aventures et leur ordre d'apparition. Le public construit ainsi son œuvre dans un cadre narratif souple. Cette possibilité est la plus intéressante en terme d'**impact**

**du public** dans le récit, mais rend son **contrôle difficile**. En effet, l'auteur, n'intervenant pas dans l'ordonnancement des événements du récit, ne peut en garantir quelque propriété que ce soit. Le spectateur est livré à lui-même au milieu de nombreux possibles.

Le processus de narration interactive consiste donc avant tout à **résoudre la tension** existante entre la nécessité de **contrôle**, garante de la qualité du récit produit, et la **liberté** donnée au spectateur. L'objectif d'une narration interactive de qualité est de maximiser ces deux paramètres : permettre **le contrôle le plus précis** de l'auteur, sur le récit, tout en laissant une **liberté maximale** au spectateur.

Dans ces travaux **nous considérons les possibilités intermédiaires** entre un dirigisme total, la narration linéaire, et la liberté absolue, le bac à sable ; il s'agit donc de trouver un équilibre pour l'auteur et son public. Les narrations interactives, représentées par un curseur intermédiaire impliquent donc que l'auteur souhaite inclure réellement le spectateur dans le processus narratif. Cependant, il désire également garder le contrôle d'une partie de ce processus, pour garantir certaines propriétés de l'expérience du spectateur. L'auteur n'est plus alors le seul propriétaire du récit produit, mais l'**architecte** créant un cadre narratif dans lequel le spectateur peut s'exprimer.

Comme nous allons le voir, cette approche **pose de nombreux problèmes tant dans les étapes d'élaboration**, de création du cadre narratif, **que dans les phases d'exécution**, lorsque le spectateur manipule ce cadre pour produire le récit final. Afin d'adresser ces problématiques, **nous choisissons de prendre en référence le processus classique de narration linéaire et d'en dériver une proposition pour introduire nos principes de narration interactive**.

Bien que la narration interactive désordonne les processus classiques, ceux-ci sont une base de réflexion et de compréhension de la génération des récits. Nous identifierons les éléments constitutifs d'un récit linéaire, tels que décrits par les narratologues, afin de dégager les méthodes et structures employées. Ensuite, en approchant **la narration interactive sous l'éclairage des œuvres en mouvement**, nous la projetterons dans un paradigme également connu : la création d'œuvre par des interprètes à partir d'une œuvre inachevée. Ce transfert permet d'appliquer les processus qui sont employés dans cette forme de co-création, aux éléments identifiés de la narration linéaire.

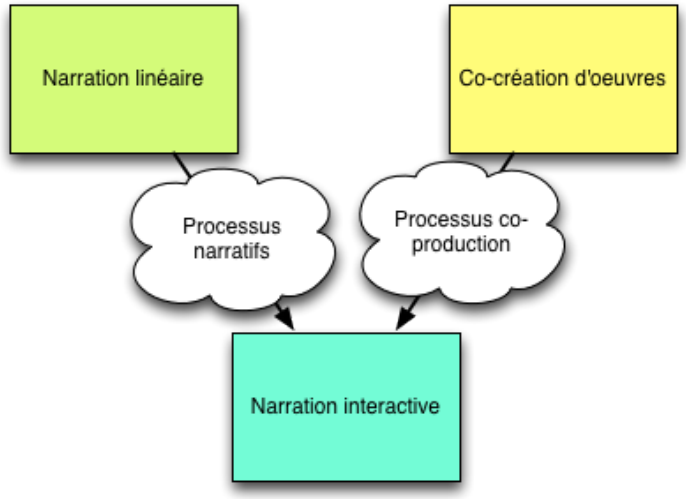


FIGURE 1.1 – Construction de notre approche de la narration interactive depuis une étude de la narration linéaire et de la co-création d'œuvres.

Notre approche est basée sur **l'identification des besoins** indispensables pour la conception d'une

narration et pour l'ajout des éléments dynamiques de l'interactivité :

- **Des outils de création pour les auteurs** : la création d'un cadre narratif impose une part d'inconnu à l'auteur qui doit être assisté dans son processus créatif ;
- **Une assistance à la co-création pour le spectateur** : celui-ci doit être assisté pour masquer les éléments techniques lui donnant accès à la manipulation directe de l'œuvre ;
- **Une mécanique d'exécution adaptative** : le déroulement nécessite un système prenant en compte les actions du spectateur afin d'orienter le récit selon ses volontés ;
- **La vérification de propriétés** : il est important de garantir le maintien du récit dans des bornes définies au travers de variables d'observation.

**Nous proposons ainsi une modélisation de la narration interactive à base d'automates**. Celle-ci permet d'adresser l'ensemble des problèmes que nous identifions. Elle donne le moyen, par **une conversion de modèle à modèle**, d'effectuer **des vérifications** sur un modèle de haut niveau. Ce dernier étant plus accessible à l'auteur, elle lui garantit la qualité des récits qui vont être produits. Elle permet également de **guider**, sans le contraindre, l'utilisateur dans son exploration de ce cadre : les vérifications en ligne (ou "on the fly") permettant de l'aiguiller lorsque ses actions compromettent l'intégrité du récit.

Mais avant de détailler notre approche, nous proposons une introduction plus complète aux **problématiques de la narration interactive** et à ses enjeux.

## 1.3 Enjeux de la narration interactive

### 1.3.1 La place du public dans l'œuvre

Nous avons vu qu'entre narration linéaire et narration interactive, il est important de poser la question de **la place du public** dans la réalisation de l'œuvre. Ainsi, dans un processus classique de narration, l'auteur construit seul le récit qu'il souhaite présenter à son public. Le processus de narration peut être précisé de la manière suivante :

**Définition 1.3.1.1** (***Narration***) L'acte ou le processus de narration est la création par un auteur d'une succession d'évènements : une **histoire**. Celle-ci permet alors de créer un sous-ensemble d'évènements, le **récit**. Celui-ci est alors transmis à un public au travers d'un média.

**Cette production du récit est effectuée**, dans le cas de la narration linéaire, **par l'auteur** dans le cadre d'une interprétation : il va créer à partir de son imagination, d'un univers défini ou bien encore de structures narratives, la succession d'évènements narratifs et leur expression.

**Définition 1.3.1.2** (***Structure narrative***) Modèle décrivant les rôles et leurs interactions au sein d'une **histoire type**. Elle n'est pas utilisable directement pour un récit et doit-être instanciée, dans un univers et des acteurs particuliers, pour être utilisée comme **histoire**.

Ces étapes sont le plus souvent réalisées simultanément par l'auteur lors de la fixation d'un récit sur un média, dans un livre par exemple. Nous détaillons l'analyse de ce processus dans le chapitre 2 de ce document. Ainsi, dans **la narration classique**, **le public n'a accès au récit que lorsque la narration est déjà terminée**. Le récit qu'il expérimente est celui qui est répliqué à l'identique sur

les supports choisis (cf. figure 1.2). Chaque spectateur aura accès à la même version de ce récit. Les interprétations qu'ils en feront en tant qu'individus, peuvent diverger mais le fond et la forme de l'œuvre expérimentée reste la même.

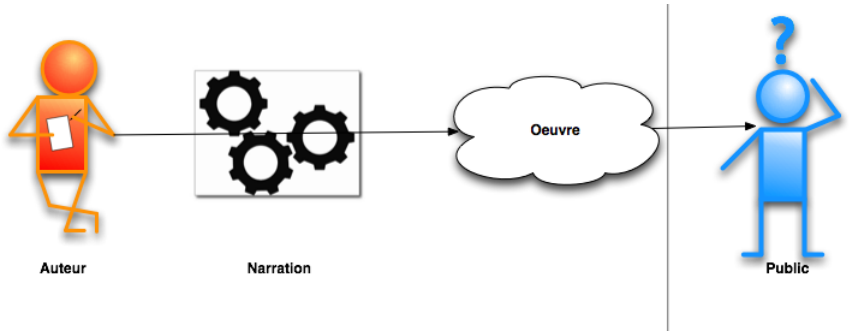


FIGURE 1.2 – Flux d'une narration linéaire.

En revanche, les flux ne sont pas les mêmes lors d'une **narration interactive**. Cette fois **l'œuvre n'est pas entièrement réalisée par l'auteur avant son exposition au public**. **L'acte créatif final**, la réalisation du récit, **est effectué lors de l'appropriation par le public** : afin de pouvoir impliquer ce dernier dans l'acte créatif, la génération du récit est concomitante à la présence des spectateurs. Ceux-ci peuvent alors **interagir avec un cadre narratif** proposé par l'auteur et ainsi former le récit final.

Cette dernière partie de l'acte narratif, réalisée par le public, permet d'achever le processus narratif en manipulant une structure narrative pré-existante, proposée par l'auteur. Ainsi **le récit créé est spécifique à une expérience d'un spectateur** et, d'autres expériences du même spectateur, ainsi que celles d'autres spectateurs, seront différentes (cf. figure 1.3).

Dans ce contexte, nous pouvons considérer que **la narration interactive se situe dans l'espace des œuvres en mouvement**, définies par *Umberto Eco*, œuvres qui n'ont d'existence que par l'intervention d'une tierce personne différente de l'auteur. Ainsi, et en considérant dès à présent le jeu vidéo comme un représentant de la narration interactive, un fichier de sauvegarde enregistré à la fin d'une partie pourrait être intitulé *"Campagne de Populous 5 par Eilrahc"*, de la même manière qu'une représentation d'une symphonie est attribuée à un orchestre particulier. **La narration interactive est donc avant tout une narration en temps réel**, une synthèse de récit sous la commande du public.

Dans ce contexte, il est alors nécessaire de **préciser les rôles** attribués au public dans ce processus créatif, ceux-ci permettant alors d'identifier les problématiques posées par ce nouveau positionnement.

### 1.3.2 Le spectateur comme réalisateur

Il est reconnu que le spectateur d'une œuvre interactive devient à la fois co-auteur et interprète de l'œuvre, mais ce rôle ne doit pas pour autant effacer son statut de public. En plus d'expérimenter une œuvre à part entière, **le spectateur devient aussi acteur de la narration interactive**, de sa mise en œuvre et de son déroulement. Il devient alors un **spect-acteur**, terme employé par Jean-Louis Weissberg dans son étude de l'impact de l'interactivité [Wei00]. La conception de la narration interactive requiert donc de prendre en compte à la fois **les attentes du spectateur**, vis-

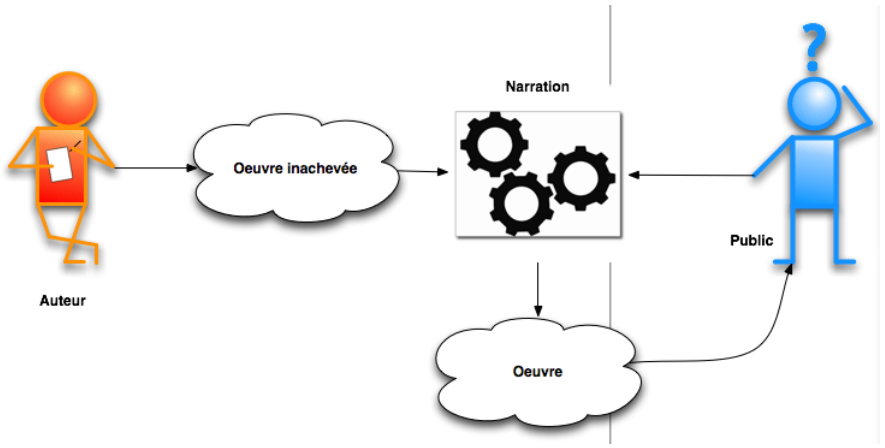


FIGURE 1.3 – Flux d'une narration interactive.

à-vis de ce récit, et de garantir que son intervention en tant qu'acteur ne va pas **déstabiliser le processus narratif**, au point de faire perdre tout intérêt au récit produit.

Pour le spectateur il s'agit également d'un changement de paradigme dans son expérience de l'œuvre. **En effet, sa responsabilité est engagée dans l'acte de création**. Même si celle-ci est limitée à l'espace offert par l'auteur, il est néanmoins pour partie responsable du résultat produit. Dès lors son jugement vis-à-vis de l'œuvre n'est plus un jugement uniquement dirigé vers l'auteur, mais également vers lui-même. Cependant, **la possibilité de reproduire l'acte de création**, de recréer une nouvelle œuvre, **lui permet d'entrer dans un processus d'essai-erreur**, chaque tentative produisant un résultat différent, à condition qu'il change son intervention dans la séquence narrative. Le public doit donc également changer son approche vis-à-vis des œuvres interactives et embrasser pleinement son rôle de co-auteur.

### 1.3.3 Qualité du récit

L'un des **facteurs d'intérêt** d'une narration interactive est sa robustesse au regard des choix et des décisions de l'utilisateur. La qualité du récit ne signifie pas une victoire assurée pour le spect-acteur, mais un chemin cohérent, voulu et validé par l'auteur. Il peut ainsi s'agir d'une défaite, mais conséquence des actes du joueur, ou bien encore d'une épreuve, là encore en réaction aux choix du joueur. **La qualité est donc celle de la forme et du fond du récit produit.** Ce sont ces **attributs** qui doivent être **garantis** sur les récits produits, quelques soient les choix de l'utilisateur et les interactions qu'il entreprendra. L'intérêt du spectateur, quant à lui, est plus subjectif, car relatif à une perception propre. Il est néanmoins possible de définir des objectifs de qualité selon **des variables** déclarées par l'auteur. En effet, comme le dit *Jenkins*, l'auteur d'une narration interactive est un architecte de la narration, il n'assistera pas à l'ensemble des exécutions. Il est donc nécessaire qu'il définisse des **objectifs** pour le système en charge du contrôle de la narration.

Ces paramètres sont déclarés de manière **objective** par l'auteur : une heuristique ne peut se baser que sur des valeurs numériques pour évaluer un récit. Ainsi l'auteur doit il définir ce que nous nommons des **quantificateurs** : des variables représentant l'évolution de certaines propriétés sur le récit. Cette mise en place de quantificateurs passe par trois étapes :

– **Déclaration** des quantificateurs : définition des variables servant à l'évaluation du récit :

- **Définition des objectifs** : attribution d'une courbe optimale à chaque quantificateur, le système de contrôle devant maintenir au mieux chaque quantificateur dans ses bornes ;
- **Pondération** des évènements : chaque quantificateur a la possibilité d'être pondéré lors de l'occurence des évènements du récit.

Les quantificateurs permettent donc d'exprimer **des points d'observation** du récit. Leur état à un moment donné du récit est fonction de la somme des pondérations des évènements qui se sont produits : ils modélisent ainsi le chemin emprunté par le joueur.

En fonction de la **répartition des tâches** au sein de la narration interactive, certaines **propriétés du récit** doivent pouvoir être vérifiées :

- **Respect des structures définies par l'auteur** : le récit produit doit pouvoir être contrôlé par l'auteur vis-à-vis de contraintes narratives prédéfinies (jalon narratif, fin unique, ...) ;
- **Respect des bornes de qualités** : le récit doit-être maintenu dans les bornes des quantificateurs définis par l'auteur ;
- **Interaction narrative** : proposer des choix au spectateur ayant un réel impact sur le récit ;
- **Intérêt du récit** : adaptation du contenu au public et ressenti de ce dernier vis-à-vis de l'œuvre.

**Ces objectifs de qualité vont alors former un ensemble d'instructions pour le contrôle de la narration interactive.** L'intérêt est de garantir le contenu du récit qui est produit, que les évènements qui y sont relatés soient dignes d'intérêt, et ne se résument pas à une juxtaposition d'évènements. L'auteur va donc devoir exprimer **des objectifs et des contraintes** concernant les narrations qui vont prendre place lors de l'appropriation de l'œuvre par le public. C'est au travers de ceux-ci qu'il exprimera le contenu qu'il souhaite proposer, ainsi que les instructions pour le contrôle du processus narratif en son absence. **Ces règles et objectifs doivent donc permettre à l'auteur d'exprimer les éléments qui feront l'intérêt des récits produits**, ceux qui permettront de ne pas obtenir, parmi l'ensemble des récits possibles, les récits dénués de sens.

### 1.3.4 L'œuvre inachevée et l'œuvre en mouvement

**Le déplacement de la temporalité** de la narration ainsi que le rôle du **spect-acteur** imposent une nouvelle forme de processus auteur. Il n'est plus possible à l'auteur de transmettre l'œuvre finale, le récit, au public, celui-ci ne pourrait alors le manipuler. **L'auteur est donc contraint de fournir au public une œuvre inachevée, une matrice générative des récits possibles.**

C'est dans la conception de cette œuvre inachevée qu'il est nécessaire d'accompagner l'auteur. En effet, c'est à partir de celle-ci que les récits seront générés et leur appréciation découlera des propriétés de cette matrice. Il est donc indispensable de **permettre aux auteurs une expressivité la plus complète possible**, et cela afin qu'ils puissent modéliser leurs intentions.

La complexité des combinaisons des récits possibles poussent naturellement à **modéliser le récit dans un modèle formel**. Celui-ci permet les manipulations qui sont nécessaires à la narration interactive, mais **ne permet cependant pas une prise en main par des auteurs non experts de ce type de méthode**. Cette accessibilité est un point crucial puisque le contenu doit être réalisé par des auteurs sans que cet outil ne vienne brider leur créativité.

Il est nécessaire de les accompagner dans ce processus afin de leur permettre de créer les œuvres interactives les plus intéressantes possibles. **Il est donc primordial de fournir un outil qui permet aux auteurs de s'exprimer par leur propre formalisme**, par les éléments constitutifs du récit. Les contraindre à utiliser un outil formel tel que les automates ou les réseaux de Pétri directement semble trop contraignant pour leur permettre d'exprimer des cadres narratifs complexes.

Par exemple, la figure 1.4 présente un automate de taille raisonnable, mais déjà les quelques évènements mis en jeu peuvent entrainer des dizaines de chemins possibles et rendent sa manipulation ou modification complexe.

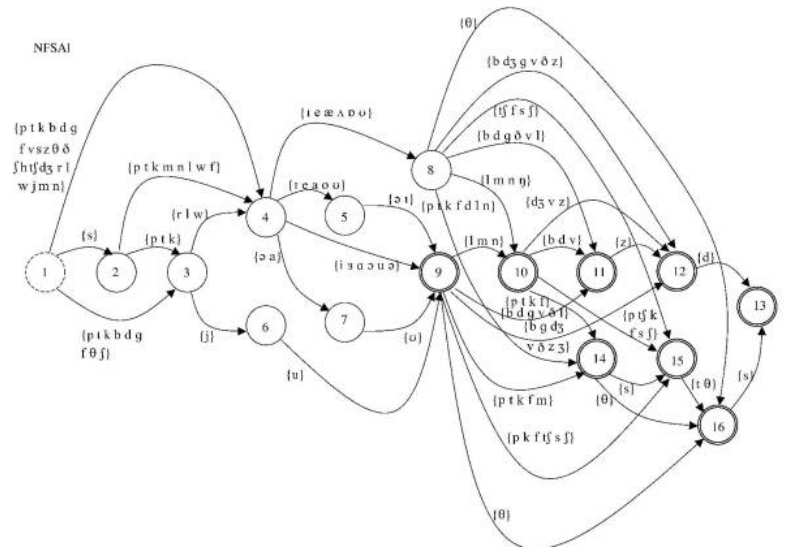


FIGURE 1.4 – Exemple de complexité possible des automates.

### Conclusion

La narration interactive est un type d'œuvre à part entière, avec ses propriétés et ses originalités. Comme nous le verrons, elle possède des qualités intéressantes qui en font un outil complémentaire des autres modes d'expression. **L'objectif de ces recherches est de participer à sa démocratisation et à sa diffusion, en contribuant à l'amélioration de la qualité des œuvres qui sont produites.** Les critères de qualité que nous recherchons sont :

- **Liberté** de choix du **joueur** : offrir l'espace d'action le plus vaste possible au public ;
- **Conception cadre narratif** : permettre l'expression d'une partie des faits du récit et des enchainements possibles ;
- **Expression des quantificateurs** : définition des variables d'évaluation du récit ;
- **Intérêt du récit** produit : qualité générale du récit perçu par le spectateur.

## 1.4 Problématiques scientifiques / Thématiques

La première question qui se pose est donc une **analyse et une définition des processus de la narration interactive**. Le changement de la répartition des tâches entre auteur et public **désorganise le processus de narration**. Mais celui-ci n'est pas intégralement chamboulé pour autant. Il est nécessaire d'analyser les processus qui peuvent-être empruntés à la narration classique et / ou adaptés pour la narration interactive.

La deuxième problématique est celle des **outils auteurs**. Nous abordons ce problème sous l'angle des utilisateurs finaux : **les auteurs**. Ceux-ci doivent pouvoir exprimer les récits qu'ils souhaitent rendre valides, tout en ayant la possibilité de laisser une grande latitude au spectateur. Le modèle

qui leur est proposé doit donc répondre à des objectifs d'**expressivité** et de **minimalisme**. **La complexité des structures créées ne doivent pas pour autant entrainer une explosion combinatoire** des vérifications de l'intérêt et de la qualité.

Enfin, la dernière problématique est **la réalisation de la narration interactive**. Il s'agit de la production d'un récit à partir de la structure narrative fournie par l'auteur et sous la contrainte d'un élément incontrôlable : le spect-acteur. La supervision de la narration doit permettre de contrôler l'expérience du joueur pour garder celui-ci dans les bornes d'intérêt et de qualité définies par l'auteur.

### 1.4.1 Identification du processus narratif

Afin de parvenir à une analyse de la narration interactive, **nous choisissons de l'aborder au travers de la narration linéaire**. Une approche de la narratologie, science de l'étude des récits et du processus narratif, nous permet de dégager **les modèles** nécessaires à la conception d'une narration. Ensuite, nous les adaptons pour la définition d'une narration interactive : nous proposons une forme incomplète de ceux-ci, manipulable par un utilisateur au travers d'une application interactive, afin de produire un récit. Pour effectuer cette transition nous nous appuyons sur **le formalisme de l'œuvre en mouvement proposé par *Umberto Eco***. Celui-ci nous permet d'établir une continuité entre la narration classique et la narration interactive en justifiant, ainsi, l'emploi de processus et modèles de la narration linéaire.

De cette revue de la narratologie nous formulons **un modèle de haut-niveau** permettant de répondre à deux problématiques :

- **L'assistance à la conception** : La création d'une méta-structure narrative nous permet de proposer une conception supervisée. L'auteur peut alors créer des séquences narratives complexes mais vérifiées.
- **Le modèle formel de supervision** : Une conversion de modèle à modèle permet de convertir ce modèle de haut niveau en modèle formel propice au contrôle et à la supervision.

**C'est à partir de ce modèle formel, et par observation des évènements produits lors de l'interaction du spectateur**, que nous proposons un système de contrôle de la narration permettant de garantir des objectifs de qualité et d'intérêt pour le récit produit. **Cette supervision se fait par analyse d'accessibilité** : lorsque l'état du récit en cours de production est jugé mauvais vis-à-vis de l'état des **quantificateurs**, la question est posée au système de trouver depuis cet état courant mauvais, un chemin vers un état acceptable.

### 1.4.2 Hypothèses

Le cadre de notre étude se limite à une forme de narration interactive mise en œuvre dans un jeu vidéo mono-joueur. **Ce dernier créé un théâtre interactif permettant la synthèse dynamique de contenus multimédia.** Le joueur est incarné dans un univers virtuel, grâce à un avatar, au travers duquel il peut interagir les autres entités de cet univers. C'est **l'observation des actions** entreprises par l'avatar du joueur qui permettent d'orienter la narration. La présence d'évènements **observables** et pour partie **contrôlables** est la condition sine qua none d'existence de ce système.

L'utilisation de modèles **impose aux auteurs de déclarer et de décrire extensivement l'ensemble des comportements et interactions qu'ils souhaitent voir apparaitre** dans leurs récits.

Cette déclaration sous forme de règles d'exécution et de contenus fragmentés est un obstacle à franchir pour les auteurs.

### 1.4.3 Expression des besoins

Permettre la création de narration interactive impose donc de **proposer des outils tant aux auteurs**, pour la création de l'architecture du futur récit, **qu'au public**, pour l'accompagner dans l'acte final de narration menant à la production du récit.

Ainsi, nous avons la nécessité de fournir, tout d'abord, les méthodes de création des structures narratives qui vont permettre aux auteurs de manipuler des modèles abstraits. **Cette définition passe d'abord par la mise en place d'un modèle projetant les auteurs dans un espace qui leur est familier**. Les modèles formels ne peuvent ainsi être des modèles directement éligibles puisque créant une barrière sémantique entre les volontés créatrices de l'auteur et la nécessaire traduction dans le formalisme choisi.

La définition d'un modèle proche des concepts connus des auteurs ne suffit pas à répondre à l'ensemble des besoins. Nous ne souhaitons pas créer un éditeur de narration linéaire, nous devons également prendre en compte la dimension interactive. **Ainsi l'auteur doit créer un cadre narratif complexe**, car dans un état d'incomplétude, et doit assurer des propriétés sur celui-ci. Il est donc nécessaire dans un deuxième temps de proposer à l'auteur des outils d'assistance à la création qui, basés sur le modèle précédemment cité, vont lui permettre **d'appréhender la complexité des structures narratives inhérentes à la narration interactive.**

Cependant la vérification de propriétés est difficile sur un modèle de haut niveau, les algorithmes mis en jeu, pour être employés, doivent venir d'un paradigme déjà reconnu. Si les méthodes formelles sont éligibles pour répondre à cette problématique de vérification de propriétés, en ligne et hors ligne, il est nécessaire de **synthétiser le modèle formel à partir du modèle de haut niveau**. Ce n'est qu'à cette condition qu'il est possible d'entrevoir la capacité pour un système d'assister l'auteur en vérifiant des propriétés sur le cadre narratif en court de construction.

Cette conversion vers un modèle formel n'est pas un effort limité à l'élaboration du cadre narratif : **ce même modèle va permettre la supervision dynamique du récit en cours de production.** En effet, il permet de mener un ensemble de vérifications lors de l'étape narrative dévolue au public : la manipulation du cadre narratif. **Les propriétés exprimées par l'auteur vont ainsi entrer en jeu** et permettre au public d'évoluer, sous contrainte, mais dans les bornes d'intérêts définies par l'auteur.

Toutes ces étapes ont pour finalité la synthèse du récit, dans notre cas, la production d'un récit dans l'espace virtuel du jeu vidéo. Pour résumer, les besoins que nous avons identifiés sont les suivants (cf. figure 1.5) :

- **Un modèle narratif de haut niveau** accessible et manipulable par les auteurs ;
- **Une assistance à la création** de structures narratives pour la narration interactive (gestion de la complexité) ;
- **Définition d'un modèle formel** pour l'expression et la vérification de propriété sur le récit ;
- **Supervision dynamique du récit** au regard de ces règles lors de la manipulation par le public ;
- **Contrôle du théâtre virtuel** pour synthèse de l'œuvre.

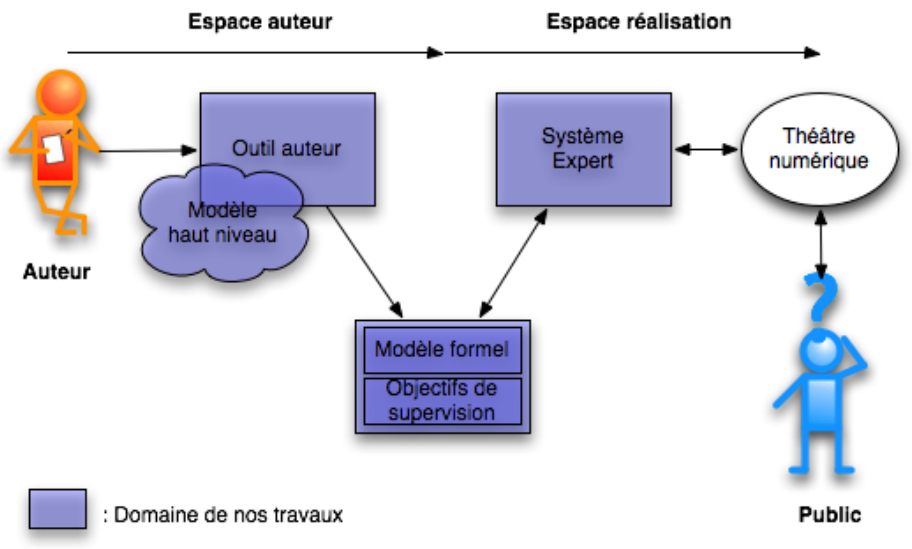


FIGURE 1.5 – Étapes de la production à la réalisation d'une narration interactives

## 1.5 Positionnement

**La narration interactive** n'est pas une approche nouvelle. Si l'on considère son expression dans les jeux vidéo, et dans l'informatique, alors effectivement elle est récente. Mais la volonté des auteurs de donner un pouvoir et un rôle au public est plus ancienne. Ainsi *Umberto Eco* dans *"L'œuvre ouverte"* [Eco65] cite t-il une tentative de *Mallarmé* (1842-1898), nommée *"Le Livre"*, qui aurait du permettre au lecteur d'assembler ses pages comme bon lui semblait et d'obtenir une expérience différente à chaque fois. Cette tâche n'a pas abouti, notamment à cause de contraintes matérielles rendant difficile l'assemblage d'une telle œuvre littéraire.

C'est l'informatique, et ses capacités de synthèse et de calcul, qui ont réveillé les velléités des auteurs sur ce type de thématique. Ainsi *Brenda Laurel* identifiait-elle les ordinateurs comme un moyen d'expression du public dès 1991 dans son livre *"Computers as Theater"* [Lau91].

Depuis, de nombreuses approches et techniques ont été proposées dans l'industrie vidéo-ludique, par les studios de développement privés par exemple, ou bien par une approche académique. **Notre étude s'appuie sur ces recherches précédentes pour proposer une avancée dans le domaine de la narration interactive.** Parmi les deux problèmes fondamentaux que nous avons identifié, **la conception et la réalisation du récit final**, nous nous positionnons tantôt comme utilisateurs de ces méthodes et tantôt nous proposons de nouvelles approches.

Il est de coutume dans l'étude académique de la narration interactive de séparer les approches en trois ensembles :

- les approches **scénaristiques** ;
- les approches **agents** ;
- les approches **hybrides**.

**Les approches scénaristiques** sont basées sur une définition complète de l'ensemble des chemins utilisables par le public lors de la création du récit. Celle-ci impose à l'auteur d'écrire extensivement et en détail cet ensemble, conditionnant l'utilisation de tel ou tel branche de l'arborescence

en fonction des interactions prenant place dans l'univers virtuel. Si cette approche garantie les qualités des récits possibles, ils sont tous connus et étudiés par l'auteur, elle est lourde à manipuler. En effet, il faut dès la création **prévoir l'ensemble des possibilités à chaque état du récit, et en tirer les conséquences sur ses prochains états possibles.** Cette approche favorise donc l'exécution, en garantissant l'intérêt du récit, mais reporte la complexité sur la phase de conception. **Elle peut donc limiter les auteurs dans leur créativité**, l'explosion combinatoire ne pouvant être gérée.

**Les approches agents** abordent le problème de la narration interactive différemment. L'ensemble des acteurs du récit sont modélisés indépendamment : ils ont leurs règles d'interactions propres, un vecteur d'états individuel et une logique définie. Dès lors le récit résulte de l'interaction de ces différents agents pré-conditionnés, le joueur faisant office d'électron libre et de métronome dans l'univers. Cette approche favorise la conception : **les agents sont des unités plus restreintes et sont donc plus facilement modélisables**. Il est dès lors possible pour l'auteur de créer des interactions nombreuses et complexes entre ces différents agents, sans avoir à gérer l'ensemble des possibilités induites. Cependant, à l'exécution, la garantie de qualité est moindre : l'autonomie des agents ne les impliquent pas nécessairement dans la globalité du récit : **il est plus complexe de prendre en compte l'état global du récit pour chaque agent** et donc de proposer une réaction adéquate.

Enfin, il existe une approche intermédiaire, **l'approche hybride**, utilisant les points forts de chacune des approches précédentes, pour tenter de répondre aux défis de la narration interactive. C'est cette approche que nous utilisons dans ces travaux pour obtenir **une exécution la plus libre possible** pour le spectateur, tout en offrant des outils qui permettent aux auteurs de **définir le cadre d'exécution**. C'est pour palier aux manques des deux approches précédentes que nous avons choisi d'utiliser une approche hybride. L'emploi de l'une ou l'autre méthode dans les phases où elles sont le plus adéquates, permet d**'équilibrer leurs inconvénients**, tout en profitant pleinement de leurs avantages. Voici leur répartition dans notre approche.

### 1.5.1 Modélisation du cadre narratif

Ainsi, dans **la modélisation du cadre narratif, nous utilisons une approche agents.** Nous nous servons des structures narratives proposées par les narratologues pour identifier les entités atomiques d'un récit. Nous définissons un **méta-modèle basé sur les rôles types d'un récit**, nommés **actants**. A partir de ces rôles atomiques, dont l'auteur défini les **actions** et **interactions** possibles, **nous instancions un modèle de récit inachevé**, le cadre narratif que va manipuler le spectateur. Ainsi, les rôles génériques deviennent de véritables acteurs qui vont prendre place dans le récit. Mais la définition préalable des rôles permet à l'auteur **de ne pas redéfinir indépendamment le comportement de chaque entité.** De cette manière, le cadre narratif hérite directement de la structure narrative définie. Nous isolons donc la complexité de la définition des interactions des agents dans les actants, afin de décharger l'auteur d'une définition trop extensive de l'ensemble des interactions possibles. Par héritage, il assignera alors les rôles souhaités à chacun des acteurs réels de la narration interactive, y compris l'avatar du spectateur.

Mais, comme expliqué précédemment, cette approche ne permet de garantir suffisamment la qualité du récit produit, et peut amener celui-ci dans des états décevants pour le spectateur. Nous combinons donc ce mécanisme à une approche scénaristique pour circonvenir à ce problème.

### 1.5.2 Vérification et contrôle du cadre narratif

Afin de contrôler la qualité du scénario, nous proposons à l'auteur d'exprimer des contraintes de qualité sur le récit. Ainsi, **l'auteur définit-il un ensemble de variables, et leurs valeurs acceptables,** qu'il veut voir respecter lors de la production du récit final. Nous nommons ces variables des **quantificateurs**. L'occurrence de tel ou tel interaction peut alors être conditionnée à un état du récit global.

Pour garantir ces objectifs de qualité et effectuer les calculs nécessaires à la récupération lors de la détection d'un état d'erreur, nous utilisons un modèle formel : **les réseaux d'automates.** Ceux-ci, grâce notamment aux mécanismes de **model-checking**, permettent d'effectuer des vérifications et d'obtenir les chemins préférables dans l'arborescence narrative. Il est donc nécessaire de **convertir l'approche agent, les rôles et le modèle de cadre narratif, en un réseau d'automates**.

Nous proposons donc une conversion de modèle à modèle, permettant d'obtenir le récit sous forme d'automate, à partir du modèle agent décrit par l'auteur. Si nous utilisons ici un modèle déjà employé, la modélisation des récits possibles sous forme de langage formel, nous employons les automates pour le représenter. Ces derniers ont été rarement utilisés pour la narration interactive.

**Cette approche scénaristique est également utilisée lors de l'exécution de la narration interactive**, puisqu'elle va permettre à un système expert de contrôler le cadre narratif au cours de sa manipulation par le public.

### 1.5.3 Exécution d'une narration interactive

La mécanique d'adaptation est effectuée par maintien du récit dans les bornes imposées par l'auteur. Nous proposons un système qui vérifie l'état global du récit et qui, en cas de sortie de ces bornes, recherche un chemin permettant de l'y ramener. Pour ce faire **nous utilisons le model-checking**, comme cité précédemment, **manipulé par un système multi-agents**, déjà employé dans d'autres approches.

Les différentes fonctionnalités nécessaires sont découpées sous forme d'agents autonomes communicants :

- **Observation du théâtre virtuel** et prise en compte des évènements qui s'y déroulent :
- **Contrôle du théâtre virtuel** pour activer / désactiver / déclencher des évènements ;
- **Manipulation du cadre narratif** proposé par l'auteur en fonction des observations.

Ce système expert est directement connecté au jeu vidéo, que nous souhaitons superviser,et l'asservit.

## 1.6 Objectifs

### 1.6.1 Caractérisation de la narration interactive

La notion de coproduction d'œuvre de la narration interactive n'est pas unique au jeu vidéo. **D'autres formes d'œuvres**, comme le théâtre ou la musique, **mettent déjà en action des mécanismes de collaboration entre un auteur et une tierce personne pour la création d'une œuvre.** L'étude de ces approches nous apporte les définitions des éléments nécessaires au cadre

d'exécution d'une narration interactive. D'autre part, la création de récits, le résultat de tous les types de narration, est également un processus qui a déjà été exploré et auquel s'intéresse une science dédiée : la narratologie.

**Le premier objectif de nos travaux est donc l'investigation de ces champs d'activité afin de dégager :**

- **Les processus** mis en action par l'auteur pour la conception d'une narration interactive ;
- **L'architecture** nécessaire pour une tierce personne afin de manipuler l'œuvre partielle de l'auteur pour créer un récit.

Si une analyse des méthodes de conception et de réalisation des jeux vidéo permet d'aborder la narration interactive, celle-ci ne se limite pas à ce domaine d'application. Dès lors, concevoir un système pour la narration interactive nécessite de caractériser celle-ci dans son cadre le plus générique possible.

Ces deux étapes seront abordées avec comme but **la création d'un récit de qualité.**

### 1.6.2 Framework pour la narration interactive

Une fois ces facteurs identifiés, nous souhaitons proposer **une implémentation de l'ensemble de la chaîne**, de la production à l'exécution, permettant **la création de récit de manière interactive** entre un auteur et un public. Cet outil devra permettre de résoudre les problèmes que nous avons identifiés pour la création, du côté auteur, et pour l'exécution, du côté spect-acteur.

**Notre deuxième objectif est donc la conception d'un framework** permettant une telle tâche. Comme nous l'avons brièvement abordé, de multiples paramètres sont en jeu, nous divisons donc ce framework selon deux aspects : la modélisation et l'exécution.

### 1.6.3 Modélisation et outils auteurs

La première partie de ce deuxième objectif est donc **la production d'un système auteur** permettant l'élaboration efficiente de narrations interactives complexes. En effet, une des difficultés qui apparaît lorsqu'il est question de conception de narrations interactives est leur écriture. Ainsi les auteurs impliqués dans ce processus se trouvent face à la réalisation d'une narration avec un nombre possible de ramifications très important. La **gestion de cette complexité** est primordiale puisque c'est de celle-ci, (des bifurcations narratives correspondants aux alternatives possibles) que va émerger l'immersion du joueur dans le récit produit. Il s'agit d'un mode d'écriture différent par rapport aux méthodes traditionnelles utilisées pour les récits linéaires. **Les auteurs ne produisent pas le récit sous sa forme finale mais sous une forme partielle** qui est le prototype des futurs récits produits par le joueur.

Lors de la conception, les auteurs ont donc besoin de pouvoir **vérifier** des propriétés sur leur système, pour assurer la qualité du récit lors de sa construction par le joueur. Les propriétés visées peuvent être :

- **Non-blocage** : S'assurer que le récit ne se retrouve jamais dans un état mauvais qui l'empêcherait d'avancer ;
- **Équité** : Vérifier que le joueur a une chance certaine de pouvoir remporter la partie, ou à contrario qu'il ne peut gagner à tous les coups ;
- **Accessibilité** : Garantir qu'une partie du scénario est accessible au public.

Cette production est la deuxième partie de cet objectif. Car si la mise en place d'outils d'écriture est une première étape, il est nécessaire de produire effectivement le récit. Cette production s'effectue lors de la communication entre le joueur et le jeu. Cette phase de jeu, représentant la phase d'interprétation du récit, est le moment crucial où les différents éléments, guidés par les choix du joueurs, vont s'assembler et former le récit final. Il est donc nécessaire de **créer le récit** en réaction aux actions du joueur tout en **garantissant le cadre d'exécution** défini par l'auteur.

La conjugaison de ces deux objectifs nous permet de proposer une approche possible de l'ensemble de la chaîne de production : d'une narration interactive, de la conception par les auteurs, à son exécution, par un spect-acteur.

### 1.6.4 Exécution et contrôle

Nous proposons d'approcher **la narration interactive comme un système évènementiel**. Celui-ci est composé des différents protagonistes du récit, les entités, qui sont identifiées comme sources d'évènements. Chaque action et échange qui peuvent se produire, se matérialisent par la production d'un évènement identifiable. Le récit peut alors être vu comme une succession finie de ces évènements. Nous utilisons en cela une approche similaire à celle des narratologues structuralistes, qui proposent d'analyser les récits sur leur fond et selon leur structure. Le contrôle de la narration est alors le contrôle de la séquence d'évènements produits par les entités. La narration interactive impose une contrainte supplémentaire puisqu'un des acteurs du récit, le joueur, n'est pas contrôlable, on ne souhaite pas lui imposer continuellement des actions.

Nous proposons donc d'employer une méthode permettant d'assurer la qualité, la fiabilité ou encore l'absence de blocage de systèmes à évènements discrets : le *model-checking*. Le *model-checking* permet, à partir d'une modélisation formelle du système, de vérifier des propriétés sur celui-ci. Si ces vérifications peuvent-être faites hors-ligne pour s'assurer de la cohérence du modèle créé, elles peuvent également être appliquées en-ligne, lors de l'exécution du système. **Nous souhaitons donc contrôler l'exécution du scénario au travers de requêtes sur un modèle formel** de celui-ci, répondant dynamiquement aux actions de l'utilisateur pour maintenir le système dans des bornes de qualité définies.

Cette méthodologie impose une modélisation du scénario sous un formalisme permettant d'effectuer des opérations rigoureuses. Nous utilisons un modèle formel particulier : **les automates à états finis**. Cette contrainte pose la problématique de l'accessibilité de notre méthode aux personnes en charge de la conception du récit, c'est à dire les auteurs. Même pour une personne familiarisée avec ce formalisme, la conception de systèmes d'automates, mettant en œuvre de nombreuses entités, est une tâche fastidieuse.

**Pour combler cette difficulté, nous proposons un modèle de narration interactive accessible aux auteurs**, basé sur l'analyse du récit faite par les narratologues. Ce modèle permettant ensuite une conversion en automate à états finis afin de superviser l'exécution de l'application interactive.

Enfin, nous appliquons notre proposition, en implémentant un mécanisme de contrôle de jeu vidéo basé sur notre modèle de narration. **Le développement d'un système expert basé sur le *model-checking***, nous permet d'entrevoir les possibilités de notre modèle quant au contrôle de la qualité de la narration produite lors de l'exécution d'un jeu vidéo. En effet, celui-ci, en se basant sur le modèle et les règles de qualité imposées, permet de maintenir par *model-checking* la qualité du récit, en lançant des évènements d'entités contrôlables ou en désactivant les évènements du joueur.

## 1.7 Organisation de la thèse

Ce document présente nos travaux de la manière suivante (un récapitulatif est disponible à la figure 1.6).

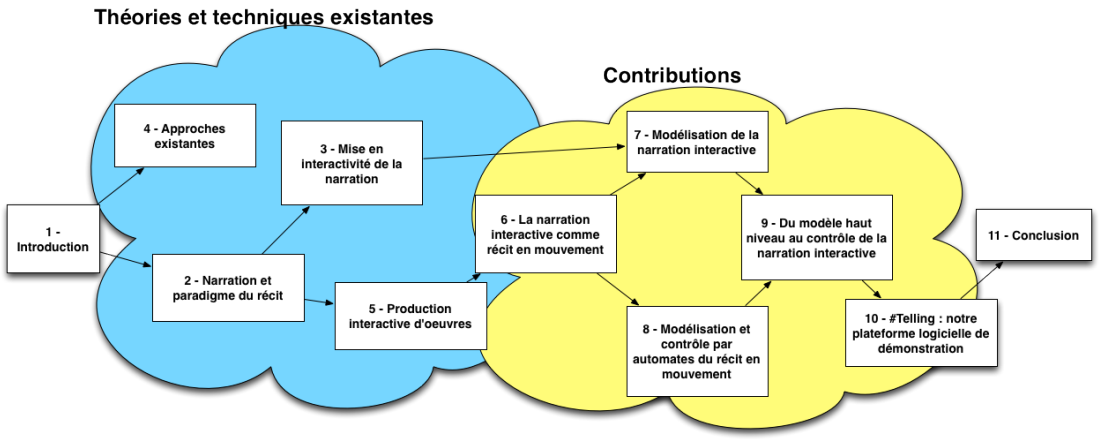


FIGURE 1.6 – Organisation des chapitres de la thèse.

**La première partie** nous permet d'aborder **les enjeux et le contexte de la narration interactive**. Ceux-ci nous permettent notamment de présenter la narration linéaire et d'en déduire les enjeux posés par la narration interactive. Cette partie est également l'occasion de présenter les études précédentes sur ce sujet et de nous situer par rapport à elles.

**Le chapitre 2** est ainsi consacré à **la description et l'analyse de la narration linéaire**. A partir de la reprise des études faites par des sémiologues et narratologues, nous identifions les différents objets et processus de la narration linéaire. Ceux-ci nous permettent d'aborder les structures narratives proposées par les narratologues et d'en formuler une analyse. Les éléments identifiés nous sont utiles pour tracer le trait d'union entre la narration linéaire et la narration interactive. **Le chapitre 3** a pour vocation de présenter **les enjeux de la narration interactive** en instanciant ceux-ci dans le cadre de notre étude, les jeux vidéo. Nous y abordons les éléments de narration interactive au sein de ceux-ci qui permettent de les associer au cadre des œuvres en mouvement. Cette classification a pour but d'identifier les enjeux portés par la narration interactive tant du point de vue du joueur, que de celui de l'auteur. Cette caractérisation nous permettra de préciser les objectifs à atteindre dans le cadre de nos travaux. **Le chapitre 4** concluant cette première partie permet la **présentation du contexte académique de la narration interactive et notre positionnement dans celui-ci**. En présentant les différents types d'approches existantes, nommément agents, scénaristiques et hybrides, nous parcourons un panorama de l'état des recherches. En proposant un système de classification par représentation multi-dimensionnelle, nous nous positionnons vis-à-vis de plusieurs approches sur un ensemble de paramètres fondamentaux de la qualité de la narration interactive. **Cette première partie nous permet donc de poser le contexte et les hypothèses de nos recherches** afin de développer dans les parties suivantes ses fondements théoriques et leur implémentation.

Après cette étude des systèmes existants de co-production d'œuvres, nous formalisons notre concept de narration interactive comme œuvre en mouvement dans **la seconde partie de ce document**. Celui-ci, couplé à l'analyse des récits linéaires du chapitre 2, nous permet de proposer notre modèle haut-niveau de modélisation de la narration interactive.

C'est dans **le chapitre 5** que nous abordons les travaux d'**Umberto Eco**. Sa formalisation des **œuvres ouvertes et en mouvement** nous donne les outils formels pour effectuer la transition de la narration linéaire à la narration interactive. L'identification d'un troisième acteur, **l'interprète**, caractérise le rôle d'assistant indispensable à la tenue d'un poste de co-producteur du public. Fort de ce fait, nous proposons dans **le chapitre 6 notre définition de la narration interactive**, basée sur l'ensemble des éléments précédemment définis et analysés. Celle-ci est composée de deux processus asynchrones, la création de l'œuvre inachevée et sa représentation. De plus, nous identifions l'ensemble des objets intermédiaires indispensables au maintien d'un équilibre entre une pré-dominance de l'auteur et une pré-dominance du public dans le récit final. Enfin, **le chapitre 7** clôture cette deuxième partie en **formalisant le modèle de haut-niveau nécessaire à l'expression des auteurs**. A l'aide des processus identifiés et de l'appropriation du formalisme proche des auteurs, celui de la narratologie analysé dans le chapitre 2, nous exprimons un modèle basé sur les strates de la narration linéaire classique :

- **Le méta-modèle du récit** : structure narrative composée d'actants et de situations ;
- **Le modèle du récit** : instanciation d'une structure narrative dans une diégèse, composée d'acteurs et de scènes, ces derniers héritant des actants et situations de la structure mère.

**La deuxième partie nous permet donc de détailler notre approche en caractérisant ses éléments constitutifs**. D'une part, nous définissons clairement le périmètre, de nos recherches en établissant la définition de la narration interactive dans laquelle nous évoluons, et d'autre part , nous proposons une modélisation haut-niveau permettant la création d'un récit inachevé.

**Notre troisième et dernière partie porte sur l'implémentation faites de notre approche**. Nous débutons par un élément de génie logiciel ou nous proposons une approche basée sur les automates pour l'asservissement des systèmes interactifs. Celle-ci nous permet de définir le modèle formel, basé sur les réseaux d'automates, dans lequel nous devons traduire notre modèle de haut-niveau. Pour finir nous présentons les outils qui ont été créés à partir de ces résultats.

**Le chapitre 8** est consacré à **l'exposition de notre méthode de contrôle des processus interactifs** par une application tierce. Basée sur un modèle d'automates représentant le processus à superviser, nous présentons le formalisme et la sémantique des automates employés, ainsi que l'architecture logicielle mise en place pour observer et contrôler le processus cible. Cette approche nous fournit l'objectif de conversion de notre modèle de haut-niveau en définissant le modèle cible. En effet, dans **le chapitre 9**, nous détaillons cette **conversion de modèle à modèle** que nous effectuons, depuis le modèle de haut-niveau de récit inachevé écrit par les auteurs, vers notre modèle d'automates pour la supervision de processus interactifs. La définition de cette dernière étape de la chaine de création d'une narration interactive nous amène, dans **le chapitre 10, à présenter les outils logiciels qui ont été développés** selon ces travaux. Nous y présentons SharpTelling, composé de :
- *Noorad*, **L'outil auteur** de modélisation à destination des créateurs ;
- *Automata*, **La librairie de modélisation** et de model-checking de nos automates étendus ;
- *StoryTeller*, **Le système expert** observant le jeu vidéo et prenant les décisions de narration.

Enfin, nous clôturons ce document en présentant un bilan de notre approche ainsi qu'en ouvrant un certain nombre de perspectives.

# Première partie

# La narration interactive dans le contexte vidéo-ludique

# Chapitre 2

# Narration et paradigme du récit

---

L'étude que nous réalisons sur la narration interactive nécessite de poser clairement les bases de la narration classique et les travaux s'y référant, afin de parvenir à analyser la mise en interactivité. Nous souhaitons donc, dans ce chapitre, poser les premiers éléments nécessaires à l'appréhension de la narration interactive. Il est ici question de définir :

- **La sémantique** attenant à la narration et aux récits ;
- **Les processus et objets** utilisés dans la narration linéaire permettant la production d'un récit.

Il n'est pas ici question de proposer une nouvelle approche de l'étude des récits, n'y d'augmenter l'un des nombreux paradigmes qui existent dans ce domaine : il s'agit de présenter un **état de l'art restreint**, mais pertinent pour nos travaux, **des études faites sur la narration et les récits**.

Pour ce faire nous nous basons sur des études académiques reconnues dans le domaine de la **narratologie**. En effet, les narratologues étudient depuis longtemps les principes qui régissent les récits : pourquoi un récit semble plus intéressant qu'un autre ? Quels sont les éléments communs entre les récits ? Quelles sont les étapes de création d'un récit ? Ce chapitre a donc plusieurs objectifs ici listés :

- Tout d'abord nous allons définir **le vocabulaire** nécessaire à notre étude. Nous sommes tous public de récits ; qu'il s'agisse de romans, de films ou de journaux télévisés. A ce titre, nous avons déjà rencontré les termes d'auteur, de narrateur, de narration ou encore de récit. Au travers d'une analyse faites par *Philippe Sohet*, nous allons explorer ces termes, les comparer et comprendre leur sens quand ils sont employés par les narratologues. Ces définitions nous permettent ainsi de poser le contexte de notre étude.
- Nous présentons ensuite certaines **théories clés de la narratologie**. Celles-ci doivent nous permettre d'appréhender la construction du récit effectuée par l'auteur. En présentant les analyses formulées par les narratologues afin d'étudier ou de comparer les récits, nous dégageons les éléments constitutifs d'un **modèle pour la narration interactive**. Il s'agit en effet pour eux de travailler sur des classifications et des objets qu'ils ont la possibilité de comparer entre récits.
- Enfin, de **l'exposition de ces approches**, nous proposons une analyse mettant en avant les éléments transversaux entre ces différents travaux. Cette identification nous permet d'entrevoir les premiers éléments de notre modèle pour la narration interactive, bien qu'ils soient encore situés dans le paradigme de la narration linéaire.

## 2.1 Approche du récit

Avant de s'intéresser aux objets et processus permettant de créer des récits de manière linéaire, il est indispensable de **définir les termes employés**. Cette revue des mots utilisés pour parler des concepts et des activités qui entourent la narration, permet de distinguer les différentes formes du récit, et d'identifier les différents rôles des auteurs les manipulant.

L'exposition de cette terminologie est la base sur laquelle nous proposerons, dans les chapitres suivants, le contour de la narration interactive telle que nous l'employons dans ces travaux. Cependant, nous ne menons pas une étude complète de la narration linéaire, **nous proposons ici une revue de travaux réalisés par des narratologues**.

### 2.1.1 Sémantique du récit

Le vocabulaire de la langue française faisant référence au **récit**, dans son sens le plus large, est doté de **nombreuses racines** :

- **Histoire**
- **Récit**
- **Fable**
- **Raconter**
- **Conter**
- **Narrer**
- **Relater**
- ...

Si ces termes sont employés couramment, il existe bien souvent des confusions ou des ambiguïtés lorsqu'une même racine est employée, comme par exemple avec "narrer". Ainsi lorsqu'il est question du **narrateur** de l'histoire, plusieurs questions peuvent se poser : qui est le réel narrateur de l'histoire ? L'auteur qui écrit le livre ? Le personnage prenant en charge la relation des évènements dans l'univers fictif ? Un orateur lisant un roman à un public peut-il également être considéré comme un narrateur ? Ou bien est-il **LE** narrateur du récit perçu par son public ?

**L'ambigüité** de ces racines est explorée par *Philippe Sohet* dans son ouvrage *Images du récit* [Soh07]. En se basant sur l'utilisation classique des racines lexicales, il pose la problématique des racines ayant traits au récit et propose de **résoudre leurs ambigüités en s'appuyant sur leur étymologie**. Nous reprenons ici ses propos pour introduire notre analyse du récit au travers de la narratologie.

Typiquement les linguistes déclinent les racines selon :

- La substance
- L'acte
- La propriété
- Le sujet actant
- La manière
- Le degré

Il en va ainsi par exemple pour la racine *amour* qui se décline respectivement en :

- *substance* : amour
- *acte* : aimer

– *propriété* : amant
– *sujet actant* : amoureux
– *manière* : amoureusement
– *degré* : amouracher

Cependant, dans le champ sémantique du récit, les déclinaisons issues des différentes racines ne gardent pas nécessairement un lien avec leur racine initiale, et peuvent avoir une part d'ambiguïté quant à l'acteur ou l'objet concerné. Voici l'origine de certaines d'entre-elles.

**Histoire :** La racine *histoire* est d'usage courant ("L'histoire du coucher", "C'est l'histoire de ...") mais pose une certaine ambigüité quant à la véracité des faits qui sont relatés. Il faut en effet faire la distinction entre le terme **"Histoire", détaillant des faits réels** ayant eut lieu dans le passé, et le terme **d'histoire, se positionnant clairement dans la fiction**. Les déclinaisons de la racine *histoire* font exclusivement référence au contexte véridique, poussant ainsi de côté la notion de fiction. Il en est de même pour **historique** et **historien**, qui sont liés à la notion évènements réels passés, à l'Histoire.

En vieux français l'histoire, *Estoire*, est "un récit d'évènements dignes de mémoire" qui s'est progressivement transformé en toutes formes de récits. Le terme est issu du latin *historia*, récit d'évènements historiques ou fabuleux, lui même tiré d'un terme grecque exprimant **la recherche, l'exploration et le résultat d'une enquête**. Il y a donc, dans le terme d'histoire, **une notion de savoir, chercher à savoir**, explorer, enquêter, interroger pour arriver à la connaissance. L'histoire est donc la relation d'évènements dont on a eu connaissance. L'ambigüité de la racine histoire vient également de l'indifférence qu'elle fait entre l'histoire, les évènements à relater, et l'histoire, le fait de raconter ces évènements.

**Récit :** *Récit* est le terme le plus manipulé dans le monde académique pour désigner **un énoncé de faits**, historiques, ou encore fictionnels, par un média quelconque. Il peut s'agir d'un récit oral, littéraire ou encore filmique. Seule sa forme nominale nous intéresse ici, puisque la forme verbale, *réciter*, est le plus souvent associée à un acte oral, lié à un apprentissage et **n'est pas limitée à l'acte narratif** puisque l'on peut également réciter une leçon.

Les différents ancêtres étymologiques de *récit* apportent le sens de mettre en mouvement, faire venir à soi. Ainsi, *citare*, souvent utilisé pour désigner la citation (*à comparaitre* par exemple), lui a donné ce sens de mentionner. Réciter c'est donc faire appel des noms, lire à haute voix. La récitation est donc **la mise en mouvement par la parole, redire ce qui a déjà été dit**.

**Fable :** Le terme *Fable* est fortement connoté par le genre de récits éponymes. Ses déclinaisons, *fabuler*, *fabulateur* et *fabulation*, ont un sens initial se rapportant à un récit imaginaire, que l'on présente comme la réalité.

**Raconter :** *Raconter* est le verbe le plus souvent utilisé, associé aux termes histoire ou récit, pour **désigner les actes de production de récits**. *Raconter* est proche de conter qui est aussi utilisé en forme verbale pour exprimer l'acte, mais se voit attiré du côté d'un genre fictionnel par son objet, le conte.

*Raconter* a une origine lexicale beaucoup plus éloignée du sens actuel. Il est bien sur tiré de *conter*, lui-même issu de compter désignant l'acte de calculer, et offre une dimension répétitive, itérative. Le sens de ces deux racines est donc d'énumérer, **compter les détails d'un évènement**.

**Narrer :** *Narrer* est une racine voisine de raconter dans son utilisation courante. Cette racine sémantique offre également **le seul adjectif** associé au domaine du récit : **narratif**. Le nom associé, narration, est en revanche ambigüe. En effet, la **narration peut à la fois désigner le procédé de création d'un récit aussi bien que l'objet**, c'est à dire le résultat du procédé (texte, parole, ...).

Narrer est tiré du latin *narrare* qui signifie faire connaitre, raconter, dire. Il existe donc une notion de **faire connaitre, transmettre des informations** dans cette racine. Mais elle ne fait pas la distinction entre d'une part la personne qui énonce les évènements, qui supporte le récit, **le narrateur**, et d'autre part, la personne qui a produit ce récit, **l'auteur**. En effet celui-ci peut-également être considéré comme le narrateur du récit, celui qui présente les faits à relater.

**Relater :** La racine *Relater*, quant à elle, peut être utilisée dans le même contexte que raconter, mais ce dernier est souvent préféré puisque les déclinaisons de relater ne sont guère utilisées dans ce domaine.

De son étude lexicale, *Philippe Sohet*, fait ressortir quatre racines permettant d'exprimer tour à tour :

- **l'objet** : histoire et récit ;
- **l'action** : raconter et narrer ;
- **la propriété** : narratif.

Ainsi les ambigüités liées à ces racines peuvent poser des problèmes de compréhension. L'étude étymologique de ces racines par *Philippe Sohet* fait émerger un sens commun : celui d'**un acte de connaissance que l'on souhaite rendre public**, une volonté de faire savoir ce que l'on a cherché à connaitre à propos de quelque-chose.

D'un point de vue sémantique, et dans l'usage courant, l'emploi de telle racine plutôt qu'une autre semble se faire plus par les contraintes de la grammaire, que par le sens réel de ce que l'on souhaite désigner, créant un flou sur les notions que l'on aborde. Il est un domaine où une telle confusion entre les termes est impossible : **la narratologie**. Cette science qui étudie la manière dont sont construits les récits a besoin d'un vocabulaire précis pour s'exprimer.

**Définition 2.1.1.1** (***Narratologie***) La narratologie, science de la narration, est la discipline qui étudie les techniques et les structures narratives mises en œuvre dans les récits sous toutes leurs formes, textes littéraires, théâtrales ou encore filmographiques.

Et c'est au travers des travaux des narratologues, qui proposent des définitions du récit, que nous allons maintenant présenter les premiers éléments de la construction du récit. Les racines que nous avons rencontré vont nous permettre d'identifier les divers éléments du processus narratif.

### 2.1.2 Le récit comme objet d'étude

Nous employons naturellement le terme de récit qui nous renvoie une image construite au fur et à mesure de nos expériences en tant que public. Mais il ne permet pas de spécifier les différentes formes de récits existantes. **Le terme de récit est utilisé par les narratologues pour représenter trois concepts distincts.** Ainsi, selon *Genette* [Gen07], le récit peut être :

1. **Une succession d'évènements**, réels ou fictifs ;
2. **L'énoncé** qui assume la relation d'un évènement ou d'une série d'évènements ;
3. **L'acte de raconter** quelque-chose.

La deuxième définition de *Genette* fait référence au **récit en tant qu'énoncé**. Ainsi, le texte d'un livre est un récit, puisqu'il permet une énonciation de la succession d'évènements, sous la forme de mots.

L'acte de raconter quelque-chose, la troisième définition listée ci-dessus, est le fait pour quelqu'un de proposer la succession d'évènements, de porter à la connaissance d'autrui. C'est **l'acte de parole** que nous avons identifié auparavant dans le terme de relater. Ainsi un projecteur fait-il un récit lorsqu'il présente un film fixé sur une bobine.

Enfin, et c'est cette définition qui nous intéresse le plus, **le récit**, comme succession d'évènements énoncée dans la première définition de *Genette*, **est une suite linéaire d'évènements**. Cette représentation est couramment utilisée par les académiciens qui étudient les récits. Cette suite d'évènements n'a pas de qualité narrative intrinsèque, elle n'est qu'un modèle d'un récit, mais permet de définir les actions qui vont s'y dérouler. **Il s'agit d'une représentation simplifiée de l'œuvre**, une abstraction qui va permettre de se concentrer sur le fond de l'histoire, les liens entre personnages et leurs interactions par exemple, en laissant de côté la forme de présentation qui apparait ultérieurement. C'est cet aspect du récit que nous allons développer sous l'angle des narratologues qui modélisent des structures narratives à partir d'évènements génériques du récit.

**Définition 2.1.2.1** (***Récit***) Le récit est composé d'une succession linéaire, figée, d'évènements, réels ou fictifs.

**Exemple 2.1.2.1** (***Voyages d'Ulysse***)

Pour exemple, utilisons l'histoire du *Voyages d'Ulysse* écrit par *Homère* au VIIIème siècle avant J-C. Ce récit peut être décomposé en chapitres de la manière suivante :

– Ulysse et les Cyclopes ;
– Ulysse et les géants ;
– Ulysse et les sirènes ;
– ...

Chacun de ces chapitres est une étape des aventures d'Ulysse lors de son voyage. Cependant, il apparait qu'une description aussi sommaire ne peut permettre d'appréhender la complexité des évènements qui s'y produisent. Il existe en effet une **granularité** possible dans la définition des actions qui vont être entreprises dans le récit.

**Exemple 2.1.2.2** (***Voyages d'Ulysse***)

Dans l'exemple précédent les évènements proposés sont généraux et n'apportent que peu d'informations sur les aventures d'Ulysse. Mais **les évènements peuvent-être organisés de manière hiérarchique**, ainsi l'évènement **Ulysse et les Cyclopes** peut être détaillé avec une nouvelle liste des sous-évènements qui se produisent à l'intérieur :

– Ulysse arrive sur l'île des Cyclopes ;
– Ulysse rencontre un Cyclope ;
– Le Cyclope retient Ulysse prisonnier ;
– Ulysse piège le Cyclope ;
– Ulysse s'échappe.

Ces niveaux de granularité permettent de s'intéresser à différents aspects du récit, tant à l'étape de la conception que lors de l'analyse. **Une représentation hiérarchique** des faits du récit est donc possible, permettant de représenter certains évènements de manière générale (tel Ulysse et les Cyclopes) ou bien de manière plus détaillée (comme nous l'avons fait ci-dessus). Il est alors nécessaire de se poser la question des bornes de cette hiérarchie. L'évènement qui peut être considéré comme de plus haut niveau est alors **l'histoire dans sa globalité**. Dans notre exemple, il s'agirait de *Les voyages d'Ulysse*. En revanche la borne inférieure est plus difficile à déterminer. En effet, la description des actions peut être très fine. La granularité utilisée en borne inférieure va donc dépendre du but recherché par la personne qui souhaite décrire les évènements d'une histoire.

**Le récit**, en tant que porteur d'une histoire, est vu avant tout comme **un ensemble ordonné d'évènements**. Qu'il s'agisse du résultat de la narration, d'un livre par exemple, ou bien de la relation de celui-ci, comme le ferait un conteur, leur dénominateur commun sont les évènements qu'ils contiennent. Ce sont ces évènements constitutifs qui portent le sens d'un récit. Même si nous allons voir que la création de ces évènements met en jeu d'autres éléments, une première question pointe : quel niveau de précision faut-il employer pour caractériser ces évènements ? Nous avons dit précédemment que la borne supérieure était évidente, qu'il s'agisse du titre ou du résumé en une phrase du récit, il est possible de réduire celui-ci à sa plus simple expression. En revanche la borne inférieure est plus difficile à discerner. Il existe également une limite "physique", qu'il s'agisse d'une phrase pour un roman ou d'une image pour un film, une précision en dessous de laquelle le média ne peut supporter plus d'informations.

**Mais cette limite basse n'est pas nécessairement pertinente pour modéliser le récit**. En effet il est un niveau de détail où la volubilité des évènements devient un frein à l'analyse. Par exemple, pour étudier un récit, il est utile de savoir qu'un personnage se lance dans une épreuve, quels sont ses alliés, quels sont ses adversaires ou bien encore les difficultés rencontrées. Maintenant il n'est pas nécessaire pour autant de connaitre le nombre de pas effectués par le héros, la couleur du ciel ce jour là ou l'humeur d'un autre personnage. Autant de **détails qui augmenteront l'expérience du public** en l'impliquant dans la trame qui se dessine devant lui, mais qui ne sont **pas indispensables dans la modélisation du récit** et qui, au contraire, par leur nombre pourraient rendre difficile la manipulation du modèle.

Pour conclure, si le récit est **une succession d'évènements hiérarchisés**, ceux-ci doivent-être **partitionnés**. D'une part les **évènements significatifs**, en rapport au fond de l'histoire, qui sont les évènements faisant effectivement avancer le récit vers son dénouement. Et d'autre part, **les évènements dispensables**, qui sont accessoires au regard du fond de l'histoire.

Cette représentation événementielle du récit est incomplète et sans valeur pour le public, mais **indispensable pour mener des raisonnements** sur le fond. C'est ce modèle qui est utilisé par les narratologues pour étudier les structures et formes de présentation du récit. Nous allons en voir quelques exemples dans la section suivante.

## 2.2 Etude des récits

Les premiers travaux en **narratologie moderne** proviennent du formalisme russe et tout particulièrement des travaux de *Victor Chklovski* et de *Boris Eichenbaum*. En 1969, *Tzvetan Todorov*, forgeait le terme de narratologie dans **Grammaire du Décaméron** [Tod69], et en 1972, *Gérard Genette* définissait certains de ses concepts fondamentaux dans **Figures III** [Gen72].

Plusieurs courants et écoles se distinguent dans les approches employées pour étudier les récits. Il est ainsi possible d'identifier **deux écoles principales**, la première, nommée **structuraliste**, qui aborde les récits par le type et la structure des évènements qui les composent. Une deuxième approche, appelée **sémiotique**, qui ne conçoit pas le récit comme un objet autonome, et s'intéresse plus particulièrement à son impact sur le public, pour favoriser l'intérêt de ce dernier.

Dans la mesure où notre approche de la narration interactive **se base sur les méthodes et travaux des structuralistes**, nous abordons ici principalement cette école à laquelle nous consacrons la première partie de cette section. En effet **nous nous basons sur leur méthodologie pour établir notre modèle de narration interactive**.

Nous allons donc présenter certaines des approches qui nous semblent les plus significatives et qui mettent en évidence les éléments de modèle dont nous allons nous servir. Nous présentons également **l'école sémiotique**, mais avec un champ beaucoup moins large : une seule approche, l'arc dramatique d'Aristote, que nous réutilisons dans nos travaux.

### 2.2.1 Les travaux des narratologues structuralistes

Comme nous l'avons dit, les narratologues structuralistes étudient les récits afin d'en dégager leurs **éléments constitutifs** et élaborent des modèles, appelés **structures narratives**. Celles-ci décrivent de manière générique le déroulement d'un récit. Depuis le début du XIXème siècle, de nombreux modèles ont été proposés par les acteurs de ce domaine de recherche.

La revue que nous proposons ici de quelques-uns de ces travaux, n'a pas pour but de choisir une structure narrative par rapport à une autre. **Le choix et la définition de la structure narrative d'un récit doivent-être réalisés par l'auteur** en fonction de ses objectifs. En effet, les différentes structures narratives ont des implications sur les récits qu'elles permettent de produire, et l'auteur doit être le plus libre possible dans le choix qu'il réalise. Nous souhaitons donc, en analysant les formalismes proposés par les narratologues, **extraire un modèle de structure narrative, soit un méta-modèle de récit.**

#### 2.2.1.1 Le conte de Propp

*Vladimir Propp* est un narratologue structuraliste du XIXème siècle qui dédia son étude des récits aux contes folkloriques russes. Son œuvre majeure, *"Morphologie des contes"* [Pro28], est une analyse des structures fondamentales des contes Russes. Le formalisme et la notation qu'il propose sont encore largement cités et utilisés de nos jours.

*Propp* énonce un ensemble de **fonctions narratives** représentant les unités atomiques de la narration. Il identifie ces fonctions en se concentrant sur le fond des récits qu'il étudie sans se préoccuper de la forme propre à chacun d'entre eux. **Ces fonctions décrivent des évènements primitifs** rencontrés dans tous les contes Russes. Elles sont invariantes et indépendantes des personnages et du

contexte de leur exécution. Propp énonce que les contes Russes suivent une structure commune, qui peut être décrite par une succession de ces fonctions atomiques.

Il a ainsi identifié trente et une de ces fonctions qui apparaissent dans un ordre déterminé. Chaque récit est alors défini par un sous-ensemble de cette suite ordonnée de fonctions narratives. Si les fonctions narratives sont au cœur du récit pour *Propp*, il définit également des archétypes de personnages, ayant chacun leurs actions et motivations propres. Ainsi il identifie dans ses travaux les rôles suivants :

- **Le héros** : personnage au cœur des faits qui vont se produire ;
- **Le faux-héros** : adversaire et antithèse du héros, ce personnage ne peut réussir les tests que va subir le héros ;
- **L'adversaire** : ennemi et détracteur du héros ;
- **Le donateur** : personnage qui transmet une aide de nature surnaturelle, physique ou symbolique ;
- **L'auxiliaire** : personnage qui va aider le héros dans sa quête ;
- **Le mandateur** : personnage qui démarre et pousse le héros à sa quête ;
- **La princesse** : personnage qui fait l'objet de la quête, récompense du héros.

Les fonctions énoncées par Propp sont organisées en **deux catégories** distinctes :

- Les fonctions **préparatoires** au récit ;
- Les fonctions **portant l'action** du récit.

**Les fonctions préparatoires** sont l'ensemble des fonctions qui vont permettre de fournir un cadre au récit, de créer un élément déclencheur qui justifiera les actes des personnages. Nous citons ici quelques-unes de ces fonctions préparatoires :

- (1) **Absence** : Un membre du cercle familial du héros est manquant ;
- (2) **Interdiction** : Une interdiction formelle est transmise au héros ;
- (7) **Complicité involontaire** : Le héros aide involontairement l'adversaire à commettre un méfait.

Ces fonctions de déclenchement sont suivies par les fonctions permettant le déroulement du récit, **portant l'action** principale. Par exemple :

- (11) **Départ** : Le héros quitte le domicile familial ;
- (16) **Combat** : Héros et Adversaire s'affrontent ;
- (20) **Retour** : Retour du héros ;
- (27) **Reconnaissance** : Le héros est reconnu pour ses actes ;
- (30) **Châtiment** : L'adversaire est châtié ;
- (31) **Mariage** : Le héros se marie avec la princesse.

*Propp* définit alors un récit comme une succession de ces fonctions, ou d'un sous-ensemble de celles-ci. L'ordre dans lequel ces fonctions apparaissent est toujours identique, même si un récit donné ne les incorpore pas toutes nécessairement. Ainsi, la grammaire formalisée par Propp peut être représentée de la manière suivante (les lettres remplacent ici les numéros de fonctions) :

**A B C D E F [...]**

Les récits correspondant à cette séquence pourront alors employer un de ses sous-ensembles tels que **BCF**, **ABE**, **ABCEF** et ainsi de suite. **La séquence narrative** permet ainsi de modéliser un ensemble de récits. Cette grammaire du récit formulée par *Propp*, est une des bases des travaux proposés par la branche structuraliste des narratologues.

#### 2.2.1.2 Greimas et le schéma actantiel

*Algirdas Julien Greimas* est un chercheur en langue française, s'intéressant à la fois à la littérature comparée et à la sémiotique. Il a proposé une définition des rôles, qu'il appelle **les actants,** et des fonctions de ces actants permettant la création d'un récit. Cette étude fait suite aux travaux de *Propp* et d'*Eugène Souriau* [Sou50], sur les personnages et fonctions au théâtre.

Combinant ses travaux sur les structures syntaxiques de la grammaire française et sur les rôles utilisés par les structuralistes précédemment cités, *Greimas* fait l'inventaire des actants et de leurs mises en relation possibles dans un modèle de récit qu'il nomme **le schéma actantiel [Gre66]**. Le schéma actantiel rassemble l'ensemble des rôles, qu'il dénomme deux catégories, et de leurs relations qui ont pour fonction la narration d'un récit, par acte.

Ainsi, l'actant n'est pas nécessairement un personnage caractérisé dans le récit : **un personnage peut incarner différentes fonctions d'actant, alors qu'une forme d'actant peut être incarnée par plusieurs personnages**. Les actants peuvent également être représentés par des objets. Les actants définis par *Greimas* sont au nombre de six :

- **Le destinateur** : actant à l'origine de la quête ;
- **L'objet** : le but de la quête ;
- **Le destinataire** : le récepteur de l'objet de la quête ;
- **Le sujet** : héros ;
- **L'adjuvant** : aide au héros ;
- **L'opposant** : détracteur du héros.

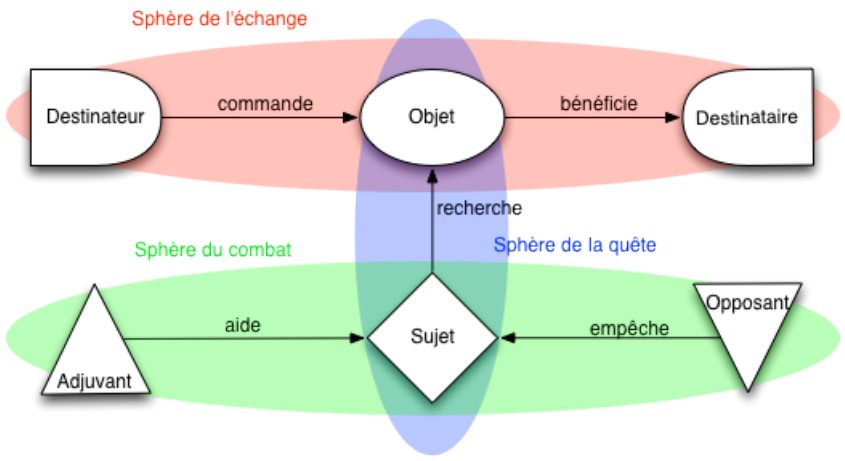


FIGURE 2.1 – Relation entre les actants dans le schéma actantiel.

Les relations entre ces actants sont formalisées par *Greimas* au sein d'un schéma décrivant les actions des uns sur les autres : le schéma actantiel. Le fonctionnement du schéma actantiel,(cf. figure2.1) peut être défini par la phrase suivante :

> *Le **destinateur** conduit par ses actes le **héros** à la recherche d'un **objet** dans l'intérêt du **destinataire**, le héros se trouvant entouré d'**alliés**, les adjuvants, et d'**opposants**.*

Le schéma actantiel ne se limite pas à la modélisation du récit dans son ensemble. Ainsi, **deux schémas actantiels**, appelés également quêtes, **peuvent être menés conjointement** par un ou

plusieurs héros. En outre, un même et unique héros peut avoir à réaliser plusieurs quêtes successives, ou bien effectuer **des quêtes secondaires** en laissant temporairement la quête principale de côté.

**Les actants** sont organisés en sphères d'influences au sein d'un schéma actantiel :

- **La sphère de l'échange**, entre le destinateur et le destinataire, se noue autour de l'objet ;
- **La sphère du combat** mêlant le sujet, l'adjuvant et l'opposant ;
- **La sphère de la quête** mettant en relation le sujet et l'objet.

**Exemple 2.2.1.1** (***Le petit chaperon rouge***)

Pour exemple, le récit du petit chaperon rouge, dans la version proposée par *Charles Perrault*[Per97] peut être représenté par le schéma actantiel suivant (cf. figure 2.2).

**Le petit chaperon rouge** est le sujet, le héros, de ce récit. Elle est mandatée par **sa mère**, la destinatrice, pour porter un panier de provision à **sa grand-mère**, la destinataire. **Cette livraison** sera l'objet de sa quête, le but que le petit chaperon rouge doit atteindre. Dans cette recherche elle sera aidée par des adjuvants et des opposants. L'opposant immédiat du chaperon rouge est **le loup** qui a dévoré sa grand-mère et cherche à la manger également. Mais le rôle d'opposition à la quête peut aussi englober **l'innocence** du petit chaperon rouge qui, en ne la faisant pas se méfier du loup, lui réserve une fin tragique. Du côté des adjuvants nous pouvons retrouver **les bûcherons** qui, par leur présence, empêchent le loup de dévorer le petit chaperon rouge lors de leur première rencontre dans la forêt.

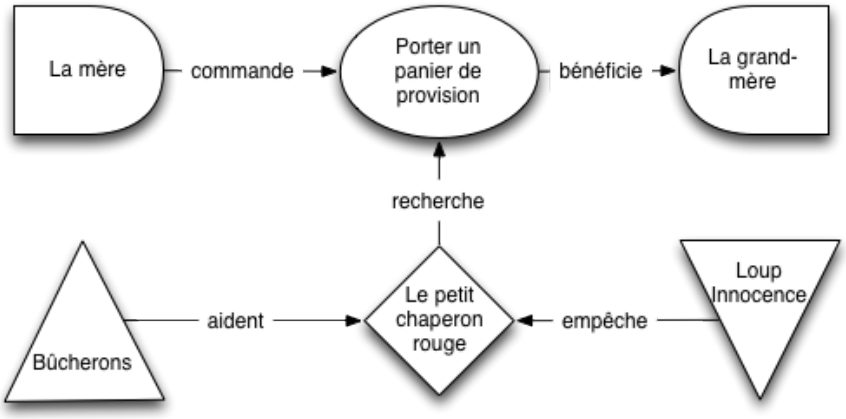


FIGURE 2.2 – Schéma actantiel du petit chaperon rouge.

#### 2.2.1.3 Kafalenos

*Emma Kafalenos* a utilisé les travaux de *Propp* et *Todorov* pour présenter, dans son ouvrage *Narrative causalities* [Kaf06] un formalisme réunissant les deux grammaires. *Kafalenos*, dans la lignée des narratologues structuralistes, divise la séquence du récit en fonctions de base. Les fonctions qu'elle présente sont une fusion des fonctions proposées à la fois par *Propp* et *Todorov*. L'enchainement de fonctions qu'elle propose est le suivant :

– **A** : évènement perturbateur ;
– **B** : demande de résolution du problème causé par A ;
– **C** : décision prise par **actant-C** de résoudre ce problème ;
– **C'** : actions initiales de l'**actant-C** pour résoudre A ;
– **D** : mise à l'épreuve de l'**actant-C** ;
– **E** : réalisation de l'épreuve par l'**actant-C** ;
– **F** : reconnaissance de l'**actant-C** et acquisition de pouvoirs ;
– **G** : l'**actant-C** se rend au lieu de H ;
– **H** : l'**actant-C** essaie de résoudre le problème posé par A ;
– **I** : échec ou réussite de H par l'**actant-C** ;

*Kafalenos* nomme **actant-C**, l'actant qui va prendre en charge la réalisation de la **fonction C**. Elle substitue ce terme à celui de héros, qui est connoté, et peut échapper à certains récits où **l'actant-C** n'assume pas une position de quête ou d'actes qualifiés d'héroïques. Cette division en dix fonctions de base est grandement **réduite** par rapport aux trente et une fonctions de Propp, et la complète en ajoutant la fonction C, soit la décision de l'actant-C, de résoudre le problème ou la perturbation causée dans la fonction A. Cette fonction C est centrale puisque c'est elle qui va mener soit à la réussite ou à l'échec de la quête.

### 2.2.2 Apports de l'école structuraliste

Cette présentation subjective d'approches proposées par l'école structuraliste, nous permet de mettre en avant **les premiers éléments que nous employons** dans notre approche :

– Ces approches mettent toutes en avant **des modèles**, même si ils différent les uns des autres dans leurs formes, ils proposent des éléments communs : rôle type, fonctions narratives ou encore enchaînement des fonctions. Cette abstraction nous permet de concevoir un niveau générique au dessus du récit, représentant une norme structurelle à respecter ;
– La modélisation du récit est réalisée sous forme **événementielle** : les structures narratives proposées reposent sur une classification et un ordonnancement des faits qui vont prendre place ;
– Les évènements du récit n'apparaissent pas spontanément, ils sont portés et produits par **les entités du récit.** Ainsi des rôles types sont définis auxquels sont associés les évènements de la structure narrative.

Nous développons notre analyse de l'école structuraliste dans la section 3 de ce chapitre.

### 2.2.3 Un aperçu des travaux des narratologues sémiotiques

Si le respect d'une structure narrative permet d'assurer la cohérence d'un récit, le fait qu'il soit **bien-formé** au regard des canons narratifs, il est évident que ce modèle n'assure pas naturellement la qualité du récit. La succession des évènements qui vont se produire ne suscitera pas nécessairement l'intérêt du public. Il est nécessaire d'adjoindre aux modèles de structures des critères de qualité narrative qui doivent s'appliquer au récit. Pour illustrer le rôle des critères de qualité au sein de la narration dans le cadre de l'approche sémiotique, nous choisissons de présenter **la tension narrative**, issue de l'intensité dramatique énoncée par *Aristote*.

> *"Toute chose doit avoir un début, un milieu et une fin." Aristote*

La séquence dramatique proposée par *Aristote (-384 -322)* se concentre sur la **qualité de l'expérience** perçue par le public de l'œuvre. Cette qualité dénote et quantifie **la perception que va**

**en avoir le public**. *Aristote* a abordé de nombreuses thématiques tout au long de sa vie allant de la biologie à la philosophie et de l'enseignement à l'éthique. Il s'est donc également penché sur l'art dramatique en proposant cette théorie, basée sur **l'intensité dramatique** à laquelle est exposé le spectateur. Cette théorie initialement appliquée aux arts dramaturgiques peut également s'appliquer aux autres formes de récit, lorsqu'il s'agit de quantifier la tension imposée au spectateur.

*Aristote* théorise que l'**évolution de la narration** doit se faire selon une courbe précise, comme le représente la figure 2.3, afin de **capter l'attention** du public et de **l'impliquer** plus fortement dans l'histoire.

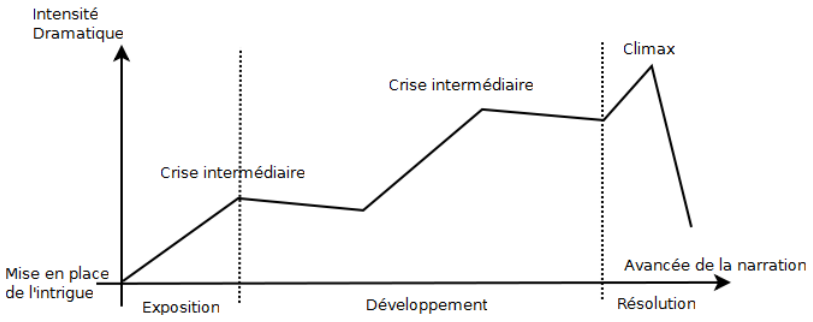


FIGURE 2.3 – Arc dramatique d'*Aristote*.

Cette courbe est découpée en trois grandes parties :

- **L'exposition**, qui présente les personnages et noue l'intrigue ;
- **Le développement**, qui voit les confrontations se dérouler et l'intrigue se développer ;
- Et enfin **la résolution** qui mène vers la fin du récit.

Tout au long de ces différentes phases, l'intensité dramatique va évoluer au rythme des différentes **crises intermédiaires**, qui marqueront des cassures, avant une diminution de l'intensité dramatique qui préparera une nouvelle augmentation, jusqu'à la prochaine crise. La crise finale est appelée **climax** et marque le paroxysme de stress qui peut être créé par la narration en cours. Le dénouement de cette crise mène finalement à la résolution des conflits de l'intrigue dans le **dénouement**.

La notion d'intensité dramatique a été étendue pour tous les types de récit par la tension narrative. La tension narrative est :

> *"Le phénomène qui survient lorsque **l'interprète** d'un récit est encouragé à attendre un dénouement, cette attente étant caractérisée par une anticipation teintée d'incertitude qui confère des traits passionnels à l'acte de réception. La tension narrative sera ainsi considérée comme **un effet poétique qui structure le récit**, et l'on reconnaitra en elle l'aspect dynamique ou la « force » de ce que l'on a coutume d'appeler une intrigue."* Raphaël Baroni [Bar07]

Cette notion clairement issue de la tension dramatique d'*Aristote*, est généralisée dans l'ouvrage de *Raphael Baroni*, pour l'ensemble des récits et des supports de leur fixation. On y retrouve la notion de structure vue précédemment, mais elle ne sert pas ici à formaliser les évènements du récit, mais à définir **un niveau de tension à respecter pour maintenir le public en haleine.**

### 2.2.4 Conclusion

Les approches narratologiques exposées ici permettent d'appréhender une **modélisation de haut niveau** du récit. Elles permettent de s'assurer de la cohérence du récit, au travers des structures narratives, et de son intérêt, via les critères de qualité narrative. Mais d'autres étapes sont nécessaires pour le passage de ce modèle au récit. Les apports des différentes approches narratologiques se font sur deux niveaux :

- **Les structuralistes** apportent les éléments sur le fond du récit, la dimension syntaxique, permettant d'assurer un récit cohérent ;
- **L'école sémiotique** met en évidence la forme du récit comme caractère qualitatif du récit rendant celui-ci intéressant.

La définition de cette modélisation du récit est une **première étape** pour un auteur dans la création d'un récit. En effet, les structures narratives permettent de spécifier un cadre d'exécution dans lequel le récit doit se maintenir pour être cohérent. L'ajout de critères d'intérêt permet de s'assurer de la qualité du récit produit. Ce contrôle syntaxique et qualitatif de la séquence d'évènements créée dans le récit est primordial pour la réalisation d'une narration interactive. Ils permettent de spécifier **un modèle des récits attendus** dans la cadre de la narration interactive. C'est cette modélisation qui est le **socle** de notre approche de contrôle de ce processus.

## 2.3 Genèse des récits

Les modèles proposés par les narratologues laissent entrevoir les modalités de la déstructuration du récit nécessaires à la création d'un récit. Cependant, celles-ci ne permettent pas à elles seules la création d'un récit. En effet, si **la structure narrative décrit la syntaxe des évènements** qui vont apparaitre dans un récit, elle ne peut être directement utilisée pour le former. **Ce modèle doit-être instancié** dans l'univers d'une œuvre particulière, pour prendre corps et devenir un récit à part entière. Nous décrirons les étapes de cette transformation dans la deuxième partie de cette section.

Mais avant d'aborder ce point, il est indispensable de formaliser les éléments des structures narratives. En effet, l'auteur d'une narration interactive va être amené à **concevoir le modèle du récit qu'il veut voir manipuler par le spect-acteur**. La modélisation d'une structure narrative est alors à la base de cette réalisation. Nous proposons donc ici une première analyse, identifiant et mettant en relation les éléments communs des structures narratives que nous venons de présenter.

### 2.3.1 Analyse des structures narratives

**Les structures narratives sont des modèles de récit**. Elles permettent de décrire des récits types, comme un calque permet de dessiner les contours d'une forme. Elles tracent les contours typiques des récits qu'elles permettent d'engendrer : les acteurs types rencontrés et les enchainements des évènements. Cependant, **elles ne permettent pas d'obtenir directement un récit final** à proposer au public. Il est nécessaire pour cela d'appliquer ce calque dans un univers fictif particulier. A ce moment, les acteurs types, aussi appelés actants, deviennent de réels acteurs, les primitives deviennent de réelles quêtes ou confrontations et l'environnement, les lieux et les lois de l'univers sont décrits par l'auteur. Les structures narratives peuvent donc être perçues comme un méta-modèle de récit.

**Définition 2.3.1.1** (***Méta-modèle***) Un méta-modèle est un modèle générique destiné à la création d'autres modèles, un modèle générant d'autres modèles.

Nous pouvons d'ores et déjà établir deux niveaux de modélisation et de représentation du récit :

- **Méta-modèle** de récit : Les structures narratives définissent des récits abstraits, basés sur des primitives génériques et sur des rôles types ;
- **Modèle** de récit : Représentation d'un récit, il est formé d'évènements concrets et d'acteurs. Si ce modèle est basé sur une structure narrative, les acteurs incarnent un ou des actants de la structure, et les évènements des instances des primitives de la structures.

Même si un auteur n'utilise pas explicitement une structure narrative, comme le schéma actantiel de *Greimas*, **il est toujours possible d'appliquer une structure au récit** *a posteriori*. Ainsi l'auteur utilise ces structures, soit par déduction aux travers des récits qu'il a expérimentés et qu'il "copie", soit par étude des théories des narratologues structuralistes. Les structures narratives sont suffisamment génériques pour qu'une même structure soit appliquée à plusieurs récits sans que ceux-ci ne perdent de leur intérêt. Sans être des contraintes absolues sur l'écriture, **elles sont des règles de bonnes pratiques à respecter** pour l'auteur. Celui-ci a alors la certitude d'offrir un fond cohérent et intéressant au public.

En plus de leur généricité, l'auteur n'a pas la nécessité d'appliquer l'ensemble de la structure narrative. Par exemple nous avons vu le cas de la grammaire de Propp. Si celle-ci énonce et ordonne trente et une fonctions, l'auteur peut n'en choisir qu'un sous-ensemble. Ainsi **la combinatoire des différentes possibilités augmente encore les matrices de récits** que forment les structures narratives.

Nous continuons d'expliciter ce mouvement vertical d'instanciation de la structure narrative dans la deuxième partie de cette section. Mais nous allons tout d'abord exprimer les composants de ce méta-modèle narratif. **Nous séparons celui-ci en deux niveaux**, mettant ainsi en jeu la hiérarchie des évènements que nous avons identifiés dans la première section de ce chapitre. Le premier niveau, que nous appelons **composante globale** permet d'organiser les enchainements d'évènements de plus haut niveau. Nous pouvons ici faire le parallèle avec les chapitres d'un livre. Le deuxième niveau, les **composantes locales** de la structure narrative, permet ensuite l'organisation des sous-évènements de chacun des composantes globales. Un parallèle est ici possible avec l'ordre de présentation des évènements au sein d'un chapitre.

#### 2.3.1.1 Composante globale

Les structures narratives que nous avons abordées précédemment mettent toutes en avant deux aspects principaux :

- **Les fonctions narratives** ;
- **Les actants**.

Ces deux objets forment un premier niveau au sein du méta-modèle que nous nommons **niveau global**.

**Actants** Nous pouvons assimiler pour l'instant **les actants** comme des rôles génériques, représentant au sein de la structure narrative une **classification des actions** qui vont y être entreprises. Les actants proposent un regroupement d'évènements associés au rôle type qu'ils représentent. L'actant permet ainsi d'abstraire le récit des personnages qui y prennent place et de définir des rôles génériques. Cette classification des rôles en actant permet de déclarer les fonctions narratives **sans utiliser de personnages instanciés**, nommés, dans le récit.

**Définition 2.3.1.2** (***Actant***) Entité générique du récit représentant un rôle, une fonction, dans celui-ci. L'actant est à différencier du personnage : un actant peut être assumé par plusieurs personnages, de même qu'un personnage peut assumer plusieurs actants.

Les archétypes proposés par *Propp* sont ainsi des actants : le héros, l'adversaire ou encore le mandateur sont autant de catégories définies au sein de cette structure narrative. Ils lui permettent de formuler des rôles qui sont porteurs d'actions dans le récit, actions qui sont elles-même regroupées dans les fonctions narratives.

**Fonctions narratives** Les fonctions narratives définissent des regroupements d'évènements au sein du récit. Elles représentent un **ensemble d'actions entreprises par les actants** et forment un cadre d'exécution fermé : les actants y participant sont connus ainsi que les conditions d'entrée et de sortie et enfin les fonctions narratives précédentes. Une fonction narrative est également appelée **primitive** du récit.

Les primitives forment donc un **premier partitionnement des évènements** du récit, présentés de manière générique. Les actions entreprises par les actants dans le futur récit sont ici abstraites pour ne pas référencer un personnage en particulier mais un actant.

**Définition 2.3.1.3** (***Fonction narrative***) Une fonction narrative est un cadre narratif dans lequel l'action résultant de l'interaction entre les actants impliqués est définie et connue.

Par exemple, dans la seizième fonction proposé par *Propp*, le Combat, celui-ci ne pense pas à des personnages en particulier, comme Ulysse ou bien le Cyclope, mais à la fonction que ces personnages portent dans le récit, respectivement le Héros et l'Adversaire.

**Séquence narrative globale** Ces primitives sont utilisées pour créer une séquence narrative représentative du récit. Ainsi, la séquence narrative définit une arborescence décrivant l'ensemble des enchainements possibles des fonctions narratives dans un récit.

**Définition 2.3.1.4** (***Séquence narrative***) Arborescence représentant la séquence type d'ordonnancement des primitives. Le récit sera alors un chemin au long de cette arborescence.

La séquence narrative forme un premier niveau de représentation de l'organisation des évènements du récit. Par exemple, l'arborescence proposée par *Propp* est uniquement descendante car il est possible d'omettre des fonctions, mais jamais de revenir et de boucler dans la séquence.

#### 2.3.1.2 Composante locale

Si les primitives définissent de manière générale l'action qui va se dérouler lors de leur exécution, il est possible d'identifier une deuxième composante, interne à ces fonctions narratives, **une composante locale**. Ainsi, les actants impliqués dans une primitive particulière vont-ils agir et interagir entre eux, l'ensemble des ces actions doit-être borné. **Une fonction narrative représente un évènement du récit** et est porteuse d'un sens sémantique dans son déroulement. Cependant, les actions prenant place en leurs seins doivent également être définies, de la même manière que le combat d'Ulysse et du Cyclope peut être subdivisé en différentes actions que les protagonistes engagent.

**Comportements** Comme nous l'avons vu, les primitives sont assumées et entreprises par les actants dans le récit. La déclaration des fonctions primitives est une description des évènements effectués par un actant, si il est seul, dans la fonction primitive. Si plusieurs actants cohabitent dans une même primitive il est alors possible d'envisager des **interactions** entre ceux-ci.

**Définition 2.3.1.5** (***Comportements d'un actant***) Les comportements sont les activités atomiques que les actants peuvent entreprendre au cours du récit. Ces actions peuvent n'impliquer que l'actant dont elles sont issues, on parle alors **de comportement** de l'actant, ou bien déclencher un comportement chez un autre actant, on parle alors **d'interaction entre actants**.

**Séquence narrative locale** C'est avec les comportements des actants impliqués dans une fonction narrative particulière qu'il est possible de définir un deuxième niveau de séquence narrative. Ce second niveau narratif est l'action qui se déroule **à l'intérieur d'une fonction narrative**. Il consiste en la définition de la séquence des comportements des actants présents dans cette primitive, et forme un **deuxième niveau d'arborescence** au sein des nœuds du premier.

Pour illustrer ce deuxième niveau narratif prenons pour exemple une structure narrative imaginaire (cf. figure 2.4). Cette structure déclare :

- Trois actants :
  - **A** : composé des trois comportements $A_{1,}A_2$ et $A_3$ ;
  - **B** : composé des trois comportements $B_{1,}B_2$ et $B_3$ et de l'interaction $B_a(A_1)$ déclenchant le comportement $A_1$ sur un actant A ;
  - **C** : composé des trois comportements $C_{1,}C_2$ et $C_3$ **;**

Il est alors possible de déclarer des primitives mettant en scène ces actants et de **contrôler la composante locale de chacune d'entre elles**. Par exemple, déclarons trois primitives à partir des actants précédents :

- $P_1$ mettant en relation **A** et **B** dans la séquence suivante : $A_2B_a(A_1)B_3$ ;
- $P_2$ mettant en relation **C** et **B** dans la séquence suivante : $C_2B_3C_1$ ;
- $P_3$ mettant en relation **A, B** et **C** dans la séquence suivante : $A_3C_3B_a(A_1)B_1$ ;

Les actants et leurs actions permettent donc de définir un niveau de généricité supplémentaire au sein des primitives.

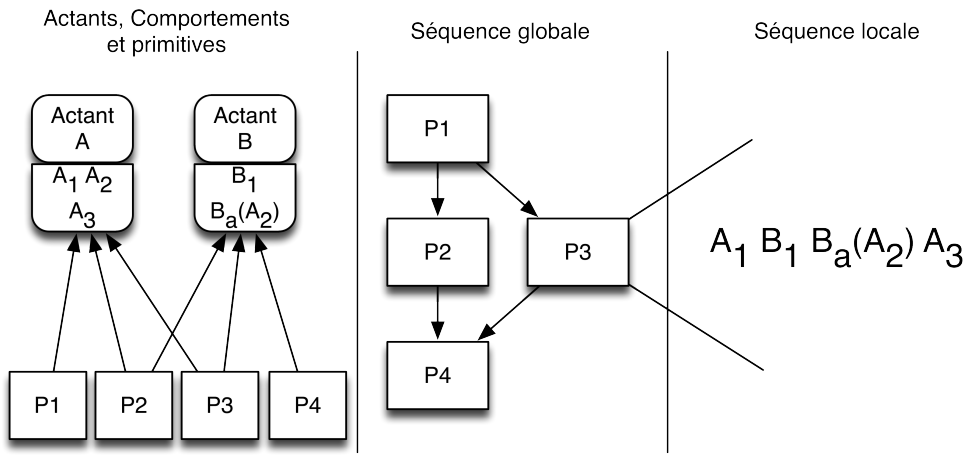


FIGURE 2.4 – Représentation graphique de la structure narrative citée en exemple.

#### 2.3.1.3 Conclusion

Au sein d'une structure narrative, **les actants représentent les rôles génériques** qui vont prendre place dans le récit. Chaque rôle a ainsi une place définie dans la structure narrative en déclarant les actions et interactions qu'il peut entreprendre. Les actants proposés par *Greimas*, tels que le sujet, l'adjuvant ou bien encore le destinataire, sont nécessaires à la réalisation du récit, l'absence de l'un de ces actants rendant la **structure narrative caduque**. Les rôles définis par les actants sont un moyen de classifier et regrouper les actions qui vont être exprimées au sein des primitives du récit.

Les actants et les primitives permettent de définir deux niveaux de séquences narratives :

- **Séquence narrative globale** définissant les successions possibles de primitives ;
- **Séquence narrative locale** d'une primitive définissant les successions d'actions des actants de cette primitive ;

**Les primitives forment un premier niveau d'abstraction** des évènements du récit dont la structure, l'ordre d'occurrence, est définie dans la **séquence narrative**. Les actions des actants, les comportements et interactions qu'ils effectuent au sein de la structure, occurrent à un second niveau narratif. C'est en effet **dans les primitives que ceux-ci sont agencés en séquence**. Cette séquence narrative des primitives est composée d'un sous ensemble des comportements des actants impliqués, et est nommée **composante locale**.

Si ces deux niveaux de séquences narratives permettent de modéliser les évènements d'un récit et d'assurer la cohérence de celui-ci, il est nécessaire de s'interroger sur la qualité du récit qui est produit. En effet parmi les différents chemins possibles dans l'arborescence des primitives, et dans chacune d'elles l'arborescence des actions, **tous ne permettent pas nécessairement un récit de qualité**. C'est sur cet élément que la narratologie sémiotique se présente en proposant des **critères permettant d'évaluer la qualité** d'une séquence narrative.

Mais si une structure narrative peut servir de guide au récit, elle n'est pas le récit. Ce ne sont pas des actants qui sont présents dans l'œuvre finale mais bel et bien des entités qui incarnent ces actants. Pour obtenir un récit depuis une structure narrative il est donc nécessaire de **créer un modèle de récit depuis le méta-modèle** que représente la structure narrative. Cette étape est dénommée l'**instanciation**.

### 2.3.2 Des structures narratives au récit

Pour obtenir un récit, il est donc nécessaire, à partir d'une structure narrative, de réaliser plusieurs étapes afin de construire sa succession linéaire d'évènements. Nous identifions ici deux processus de transformation, l'**instanciation** et la **narration**, permettant, depuis une structure narrative donnée d'obtenir un récit. Ces deux étapes impliquent un objet intermédiaire, l'**histoire**, qui précise la structure narrative, sans pour autant finaliser le récit. La figure 2.5 représente ce processus de création du récit.

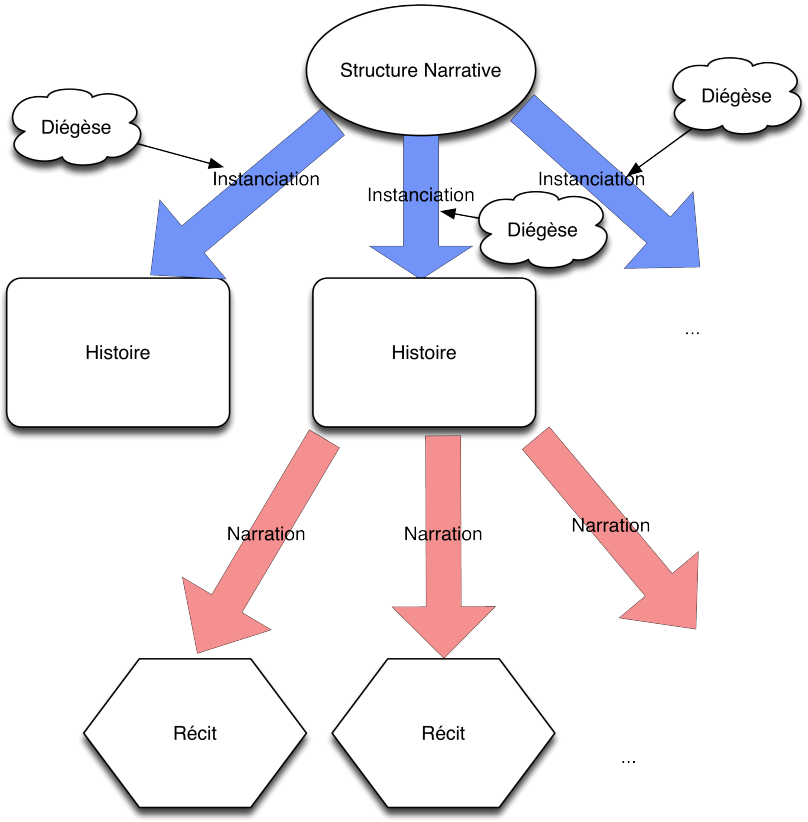


FIGURE 2.5 – Processus de création d'un récit.

#### 2.3.2.1 Instanciation de la structure narrative

La structure narrative définit un cadre générique de l'exécution, elle permet ainsi la définition des rôles et des arborescences de fonctions primitives qui permettront la synthèse du récit. Cependant, il est impossible de passer directement de la structure narrative au récit. En effet, sélectionner une succession de fonctions primitives ou bien réaliser la séquence locale de l'une d'entre elle, n'approcherait pas la forme voulue du récit. **La succession d'évènements ainsi sélectionnés serait générique et ne définirait qu'une possibilité du modèle proposé par la structure narrative.**

Avant de pouvoir atteindre le récit, il est nécessaire de **contextualiser** ces éléments génériques au sein d'un univers. Cette étape **d'instanciation** met en jeu, en plus de la structure narrative utilisée une **diégèse**. La diégèse représente l'univers dans lequel prend place le récit et qui définit les

composants essentiels à sa réalisation : **les entités**. C'est l'instanciation de la structure narrative qui permet alors d'obtenir une forme intermédiaire du récit, préfigurant ce que sera le récit final.

**La Diégèse** La diégèse est l'univers d'une œuvre, le monde qui y est évoqué et dont l'histoire représente un sous-ensemble, une partie. Le concept de diégèse, tel que nous l'utilisons, est celui proposé par *Etienne Souriau* [Sou51, Sou99] qui l'a formalisé lors de ses études de l'univers filmographique.

> *"La diégèse est tout ce qui est censé se passer, selon la fiction que présente le film ; tout ce que cette fiction impliquerait si on la supposait vraie."*

*Genette* [Gen72, Gen07] a repris ce concept et l'a développé en le définissant ainsi :

> *"La diégèse est l'univers spatio-temporel désigné par le récit"*

**Définition 2.3.2.1** (***Diégèse***) La diégèse est le monde fictif dans lequel prend place un récit. Elle comprend les lois, la cohérence, les lieux ou bien encore les personnages qui composent cet univers.

Pour donner un exemple de diégèse, nous pouvons nous tourner du côté de l'univers fictionnel de "Star Wars ". **Cette diégèse** définit un ensemble de règles concernant l'univers, tels que les factions en présence, les pouvoirs existants ou bien les connaissances technologiques. Un ensemble de récits est ensuite produit en accord avec cette diégèse. Sont ainsi disponibles des films se concentrant sur quelques personnages, mais aussi des livres, balayant un spectre beaucoup plus large d'acteurs et d'époques, ainsi que des films d'animation ou encore des jeux. Si les personnages, les lieux, les époques et les intrigues sont différentes entre chacun de ces récits, ils ont en commun **leur diégèse**, l'univers de référence.

**La diégèse est donc un univers à part entière** sur lequel va venir se calquer la structure narrative. Cette instanciation voit l'attribution des rôles génériques et la réalisation des composants génériques de la structure narrative

**Instanciation** L'application d'une structure narrative au sein d'une diégèse permet la production d**'une instance du modèle de narration** que représente cette structure. Elle réalise la structure générique dans un univers en particulier, pour obtenir les éléments constituant des récits.

**Définition 2.3.2.2** (***Instanciation***) L'instanciation est la projection d'une structure narrative au sein d'une diégèse. Cette projection consiste en **l'attribution des rôles** définis par la structure aux entités de la diégèse et **la création des scènes** issues des primitives imposées.

Les entités sont **l'ensemble des acteurs** qui prendront part au récit, incarneront un rôle dans celui-ci. Les entités transcendent les personnages ou les acteurs dans le sens où elles ne sont pas nécessairement des personnes. Ainsi, dans l'exemple du petit chaperon rouge que nous avons vu précédemment, le panier de provision, est une entité du récit : elle incarne **le rôle de l'objet** de la quête.

C'est donc lors de l'instanciation que les entités de la diégèse se voient attribuer des actants particuliers. Comme nous l'avons spécifié précédemment, **les entités peuvent incarner plusieurs rôles ou alors un rôle être incarné par plusieurs entité**. De l'implémentation des actions par les entités de la diégèse va dépendre les scènes qui vont pouvoir prendre place au cours du récit.

Ainsi, l'instanciation permet aussi une première étape dans la résolution des primitives. Celles-ci sont définies par les actants impliqués dans leur séquence locale. Avec l'instanciation de ces actants dans les entités de la diégèse, il est dès lors possible d'instancier également ces fonctions. Les primitives deviennent alors **des scènes possibles** du futur récit, impliquant non plus des actants mais les entités héritant des actants définis pour la primitive dont est issue cette scène. Cette instanciation des primitives offre des possibilités combinatoires du fait de l'incarnation multiple d'un actant au sein des entités.

Pour résumer, l'instanciation permet, à partir d'une structure narrative et d'une diégèse, de créer :

- **Les entités du récit** : incarnation des actants, elles portent les actions du récit ;
- **Les scènes** : instanciation des fonctions narratives auxquelles sont affectées les entités ;

L'instanciation propose donc la transformation des structures narratives en histoire.

**Définition 2.3.2.3** (***Histoire***) L'histoire est le résultat de l'instanciation. Elle est formée des entités du récit en construction et des séquences narratives instanciées par ces entités.

Si l'histoire concrétise la structure narrative, elle ne permet pas encore l'obtention d'un récit. Si les séquences narratives sont alors situées dans une diégèse, grâce à l'instanciation des primitives en scènes, **il est encore nécessaire de créer une séquence linéaire à partir des arborescences disponibles**. Cette sélection du chemin prend place lors de la narration.

#### 2.3.2.2 Narration

**La narration** est le dernier processus de manipulation avant l'obtention du récit sous la forme d'une succession linéaire d'évènements. A partir de l'histoire, l'auteur va sélectionner un chemin dans les séquences de scènes proposées. Cette sélection parmi un ensemble arborescent de scènes doit permettre **d'obtenir un récit linéaire, une succession d'évènements.**

Lors de cette phase, l'auteur va prendre un ensemble de partis pris vis-à-vis de la présentation des évènements de l'histoire. En effet, la sélection des évènements peut être aléatoire, et suivre les arborescences proposées. Mais lors d'alternatives, **les embranchements des séquences narratives locales ou globales**, l'auteur doit sélectionner l'évènement suivant, qu'il s'agisse d'une scène ou d'un comportement, parmi les possibilités qui s'offrent à lui.

Ce choix peut être aléatoire, le récit créé est alors cohérent grâce à la structure narrative dont l'histoire est issue. Mais pour assurer un récit de qualité, l'auteur peut alors faire appel aux **critères de qualité du récit** que nous avons abordé avec l'école sémiotique de la narratologie. Par exemple ; l'état de la tension dramatique au sein du récit peut influer sur la scène élue lors de la sélection dans la séquence narrative.

**La succession des scènes ainsi sélectionnées lors de la narration forme le récit**. Depuis une œuvre offrant de multiples possibilités, l'auteur choisit un chemin particulier pour former une œuvre originale. Ces actes conscients de production par l'auteur vont permettre de créer **le contenu de l'œuvre** sous sa forme définitive. Ainsi à partir des évènements de l'histoire que l'auteur met

en forme, il est possible de voir les différentes possibilités issues d'une même histoire. Des auteurs peuvent en effet utiliser une même structure d'une même diégèse, mais donner chacun une forme particulière au récit, propre aux choix qu'ils font pour tel ou tel personnage, par exemple.

## Conclusion

Nous venons de voir que les narratologues modélisent le récit comme **une succession d'évènements**. Ces évènements représentent les actions et interactions des protagonistes au sein du récit. Selon la granularité du modèle que l'on souhaite établir du récit, ces évènements peuvent représenter **différents niveaux**, chaque évènement pouvant ainsi être subdivisé en différents évènements. Ce découpage s'apparente aux notions du récit littéraire, découpé en chapitres, ceux-ci pouvant être morcelés en paragraphes, et ainsi de suite jusqu'à atteindre une action atomique, un évènement qu'il n'est plus possible de découper.

Cette représentation du récit sous forme d'évènements permet aux narratologues de construire des théories sur la production des récits et la structure des évènements qu'ils contiennent. Ils identifient ainsi trois niveaux de définition, comme nous le montre la figure 2.6 :

- **La structure narrative** : représentation générique d'un récit ;
- **L'histoire** : instanciation de la structure narrative au sein d'une diégèse ;
- **Le récit** : produit final.

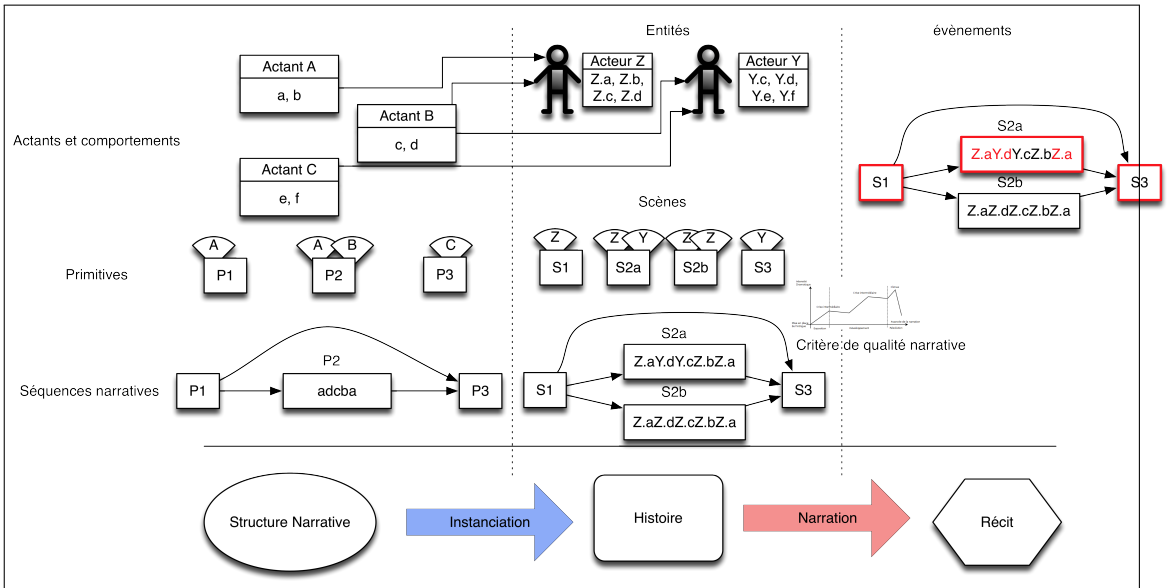


FIGURE 2.6 – Détail des étapes de la construction d'un récit en utilisant le modèle de la narratologie.

**La structure narrative** définit des rôles génériques et des actants pour le type de récit qu'elle modélise. **Ces actants sont des conteneurs d'évènements atomiques** pour les primitives : celles-ci impliquent un ou plusieurs actants et représentent une étape du récit. Ces primitives peuvent donc voir l'occurence des **comportements** d'un de ses actants, ou bien des interactions entre plusieurs actants, tous impliqués dans cette primitive. Le modèle d'**actant** permet de ne pas limiter les primitives à un personnage du récit. Ainsi, **les fonctions d'un actant peuvent-être assumées par plusieurs acteurs**, ou bien alors un acteur prendre en charge plusieurs actants. La définition

des primitives permet aux narratologues de proposer une séquence narrative mettant en relation celles-ci. **La séquence narrative** est la structure représentant l'ordre **d'apparition des primitives** que doit respecter le récit. Cette séquence narrative peut être plus ou moins dirigiste acceptant l'échange de certains évènements ou bien alors l'omission d'autres. Elle peut être représentée sous la forme d'une **arborescence** qualifiée d'arborescence globale. **Une autre arborescence** se retrouve également au **niveau local** d'une primitive, permettant ainsi la description de l'enchainement des comportements et interactions des actants.

Une fois cette structure narrative définie, une première transformation de ce modèle du récit est nécessaire pour avancer dans sa production : **l'instanciation**. Cette dernière consiste à **appliquer la structure narrative à une diégèse** particulière. Ainsi, les entités de cette diégèse se voient attribuer un ou des actants, définissant les actions qu'elles vont pouvoir entreprendre dans le récit. Les comportements, que ces entités héritent des actants qu'ils implémentent, deviennent alors des comportements nominatifs.

**Exemple 2.3.2.1** (***Héritage des actants***)

Dans notre exemple (cf. figure 2.6), l'acteur **Y** hérite de l'actant A, il peut donc réaliser le comportement **a**. Ce comportement nominatif n'est plus alors simplement **a**, il devient **Y.a**, c'est à dire le comportement **a** assumé par l'acteur Y. Cet évènement est alors propre à être utilisé dans un récit, puisque localisé dans la diégèse.

La déclaration des entités et leur implémentation des actants sont regroupées dans **l'histoire** avec les scènes de la séquence narrative instanciée. En effet, l**es primitives déclarées dans la structure narrative référencent des actants**, il est donc nécessaire de contextualiser celles-ci au regard des entités de la diégèse. La création des scènes s'effectue en associant à chaque primitive, non plus des actants, mais des entités. Cette instanciation des primitives peut donner lieu à la création de possibilités combinatoires. En effet, si un actant est assumé par plusieurs entités, alors une primitive donnera lieu à plusieurs scènes, impliquant alternativement chacune des entités implémentant les actants.

**Exemple 2.3.2.2** (***Héritage des situations***)

Dans notre exemple nous spécifions la primitive **P2** qui implique l'actant **A** et l'actant **B**. Si l'actant **A** est uniquement implémenté par l'acteur **Z**, l'actant **B** est implémenté à la fois par l'acteur **Z** et l'acteur **Y**. La primitive **P2** donne donc place à deux scènes possibles : **S1a** impliquant l'acteur **Z**, en tant qu'actant **A**, et l'acteur **Y** en tant qu'actant **B**, et **S1b** impliquant l'acteur **Z** pour l'actant **A**, mais également pour l'actant **B**. Ainsi la primitive **P2** permet deux scènes distinctes impliquant soit deux acteurs différents, ou bien une même entité assumant les deux actants de la primitive.

Ainsi, la dernière étape pour arriver au récit depuis l'histoire est dénommée **la narration**. La narration produit effectivement le récit au regard de la séquence narrative. Étant donné les acteurs, et les actants qu'ils assument, ainsi que la séquence narrative proposée dans la structure narrative, **la narration constitue le récit en sélectionnant des scènes parmi celles définies dans l'histoire**. Les scènes sélectionnées à un moment du récit sont celles correspondantes à la spécification imposée par la séquence de la structure narrative.

**Exemple 2.3.2.3** (***Séquence narrative***)

Ainsi pour clore notre exemple, la séquence P1 P2 P3 peut donner lieu à trois récits distincts respectant cette spécification :**§1 S2a S3**, **S1 S2b S3**, **S1 S3**.

## 2.4 Conclusion

La démonstration d'un processus de **création du récit à partir d'une structure narrative**, nous permet d'entrevoir les problématiques liées à l'intégration du public dans le processus auteur. Celui-ci va devoir assumer, avec assistance, une part du processus que nous venons de décrire. Mais avant d'avancer plus loin dans la déstructuration nécessaire à cette **mise en interactivité**, nous devons terminer de présenter le contexte de notre étude. Si nous venons d'exposer pour partie les processus, objets et concepts que nous allons manipuler, il nous faut à présent définir **le périmètre de notre étude**. En effet, celle-ci concerne non pas la narration classique, mais la narration interactive.

# Chapitre 3

# Mise en interactivité de la narration

---

Dans le chapitre précédent, nous avons abordé les différentes approches prises par les narratologues autour de la **construction des récits**. L'objet de notre étude se fixant sur la **narration interactive au sein du jeu vidéo**, nous allons continuer la définition de notre contexte en présentant les **problématiques** posées par la mise en interactivité de la narration sur ce média. Ce processus peut intervenir dans différents domaines d'application, et comme nous l'avons déjà évoqué la cible de notre approche concerne principalement la narration interactive au sein du jeu vidéo. Cependant le modèle et l'architecture que nous proposons ici peuvent être utilisés dans **toutes applications interactives où un récit est produit.**

Ainsi, dans un premier temps, nous allons aborder **les différentes approches possibles de la narration dans un contexte interactif** et ses propriétés particulières par rapport à une narration classique. Dans une seconde partie, nous soulèverons les différents **problèmes posés par cette mise en interactivité** d'une narration.

Dans ce chapitre nous explorons la narration interactive et ses paramètres. Tout d'abord en élaborant une **définition de la narration interactive** permettant de délimiter le contour de celle-ci au sein du jeu vidéo. Puis nous présentons **la place de la narration interactive par ses usages et ses objectifs**. Nous approfondissons ensuite la **tension entre joueur et auteur** afin de dégager les problématiques rencontrées. Pour terminer, nous abordons la qualité narrative d'une narration interactive afin de servir de mesure des résultats obtenus. Ces recherches nous permettent de définir le cadre de travail dans lequel nos travaux prennent place.

## 3.1 La narration interactive au sein du jeu vidéo

La narration interactive n'est pas un bloc monolithique dans le cadre d'une application telle que le jeu vidéo. En effet, **la création du récit lors d'une partie est à la fois due aux actions du joueur et à la synthèse d'un contenu en réaction à celles-ci**. Ces deux aspects sont liés à la nature du jeu vidéo, qui est à la fois un jeu et une œuvre, ces deux aspects formant pour nous la mécanique de la narration interactive.

Nous abordons donc la narration interactive au sein du jeu vidéo selon ces deux angles. D'une part, la **narration interactive est issue de l'acte de jeu d'une ou plusieurs personnes**. Comme

dans un jeu de société ou tout autre jeu, les règles et objectifs permettent de créer un cadre narratif où les retournements de situations et obstacles créent le récit d'une partie. D'autre part, il est possible de définir un second **cadre narratif contextualisant le jeu au sein d'un univers particulier**. Cette dimension permet d'augmenter la première en offrant des possibilités narratives supplémentaires.

Quoi qu'il en soit, l'acte de jeu, dénommé **gameplay** dans le jeu vidéo, est le moteur de la narration interactive : il est le point d'entrée du ou des joueurs, des choix qu'ils entreprennent.

### 3.1.1 Le gameplay comme narration

Constatons l'évidence : le jeu vidéo fait avant tout partie de la catégorie des jeux. Ainsi, en partant de la définition des jeux en général, nous allons présenter la narration interactive comme produit de la dimension ludique du jeu vidéo. Selon *Salen* et *Zimmerman* dans [SZ04] :

> *"Un jeu est un système dans lequel des joueurs engagent un conflit artificiel, défini par des règles, qui résulte en une issue quantifiable."*

Un jeu est donc avant tout gouverné par un ensemble de **règles**. Celles-ci forment le cadre dans lequel le joueur va être confronté à un conflit artificiel. Ceux-ci sont les challenges qu'il surmonte, afin d'atteindre un but, une issue, signifiant une victoire ou un échec. Ces règles peuvent être basées à la fois sur **des fonctions mathématiques, des fonctions logiques et/ou sur le hasard** , comme dans le cas de la plupart des jeux de cartes, ou encore sur des **compétences du joueur**, comme en sport ou aux échecs. Cependant, l'intérêt du jeu ne provient pas directement de ces règles, leur seule énonciation ne confère pas un caractère ludique au jeu. Celui-ci est rendu palpitant par leur application dans le contexte d'une partie et des conflits qui découlent de leurs occurrences au fil du jeu.

Ainsi le jeu de **la bataille corse** propose t-il des règles simples, basées sur le hasard : chaque joueur retourne simultanément une carte de sa pioche, celui ayant la carte la plus forte ramasse les deux cartes et le tour recommence. L'intérêt de ce jeu ne vient pas de ce principe simpliste, mais des revirements de situations et des tensions qu'il entraine. Ainsi, un roi est-il pris par un as, ou bien un joueur à qui il ne restait plus que quelques cartes remporte finalement la partie. **L'intérêt d'une partie est donc essentiellement narratif**, il réside dans la narration produite par la succession d'interactions entre les joueurs. Ce constat peut également être appliqué aux jeux mettant en exergue les compétences des joueurs. Au tennis, le plaisir du joueur et du spectateur n'est pas simplement stimulé par les règles délimitant le cour ou la taille des raquettes, il vient d'évènements ponctuels apportant des éléments scénaristiques : tie-break, balle sauvée in extrémis, etc...

Pour le concepteur d'un jeu, **la définition de ces règles** s'apparente à la **création des évènements de narration** qu'il va autoriser. Le concepteur définit les lois qui régissent l'occurrence des évènements narratifs lors d'une partie. Proposer des règles intéressantes revient alors à proposer des règles qui génèreront une narration captivante pour le joueur. Cette étape de la conception d'un jeu est donc un enjeu majeur quant à la qualité finale de l'expérience du joueur. Le concepteur doit pouvoir **vérifier les propriétés narratives** du jeu qu'il a créé et des œuvres qu'il génèrera.

Cette propriété des jeux est une première dimension narrative commune à tous jeux et qui est dénommé **gameplay** au sein du jeu vidéo. En effet ; si celui-ci est assimilable aux règles d'un jeu classique, pour proposer un gameplay immersif, le créateur doit s'assurer qu'il permettra une

narration intéressante pour le joueur. *Chris Crawford* [Cra84] propose ainsi d'aborder le gameplay sous l'angle de son impact sur le joueur :

> *"Le gameplay est un élément crucial dans tout jeu d'action ou basé sur les compétences. [...] Tout le monde s'accorde à dire que le gameplay est un élément essentiel dans le succès d'un jeu, et que le gameplay a quelque chose à voir avec la qualités des interactions du joueur avec le jeu. [...] Je suggère que cette caractéristique insaisissable est issue du rythme et des efforts cognitifs requis par le jeu."*

Vérifier de telles caractéristiques dans une œuvre interactive est un défi de conception majeur pour les game-designer. Mais si une part du contenu d'un jeu vidéo est composé du **gameplay**, il existe d'autres facettes. Dans notre approche du contenu du jeu vidéo en tant qu'œuvre, nous identifions **une autre dimension** narrative, dans laquelle se trouve impliquée le joueur. Cette dimension apporte un contexte supplémentaire au joueur, le positionnant dans un univers virtuel complet.

### 3.1.2 La narration diégétique dans le jeu vidéo

La narration peut être également présente, de manière plus directe, dans le **monde virtuel** créé par le jeu vidéo. Le monde virtuel est le lieu fictif dans lequel le joueur va s'incarner et agir aux regard des règles qui définissent cet univers. *Richard Bartle* dans [Bar04] énonce plusieurs propriétés d'un monde virtuel. Pour le moment, nous nous limiterons à citer deux d'entre elles.

- Il est gouverné par des **lois** qui permettent au joueur d'interagir avec lui ;
- Le joueur y **incarne des individus ou des entités**.

**Les lois régissant le monde**, citées par *Bartle*, font référence au gameplay que nous avons abordé précédemment : il s'agit des actions possibles du joueur. Mais la définition de **l'incarnation du joueur**, sa représentation par un avatar virtuel dans ce monde, ouvre de larges perspectives. En effet, l'incarnation du joueur peut être simplement technique, afin de lui en proposer une représentation. Citons l'exemple du jeu de solitaire, où le joueur n'a pas de place particulière dans le monde. Il a un point de vue omniscient et a la possibilité de déplacer les cartes, mais son incarnation n'apporte pas d'élément nouveau au jeu par rapport aux règles. La narration d'un tel jeu est uniquement issue du **gameplay**.

Mais il est également possible d'incarner le joueur dans un monde virtuel qui se rapproche d'une diégèse, un monde fictif avec une histoire propre et riche. Le monde virtuel se rapproche alors **d'univers comme nous pouvons en trouver dans les arts littéraire**, peuplés de personnages et de lieux qui sont au cœur d'actions particulières. Le joueur est plongé au sein de cet univers et va pouvoir y vivre des aventures. Nous appellerons cette possibilité narrative la **narration diégétique**.

### 3.1.3 La narration interactive comme produit

Le récit issu d'une partie d'un jeu vidéo est donc la fusion de deux moteurs narratifs, se présentant sous la forme du **gameplay** et de la **narration diégétique**. Nous allons voir que ces deux sources ne sont pas nécessairement présentes dans tout jeu vidéo et que leur relation peut être plus ou moins directe.

En effet, la narration diégétique n'est pas nécessairement liée au gameplay comme le met en évidence la figure 3.1. Ainsi, dans l'exemple précédemment cité du solitaire, nous voyons que cet

aspect narratif n'est pas indispensable au jeu vidéo. Cependant, il peut apporter une profondeur supplémentaire dans l'expérience proposée au joueur.

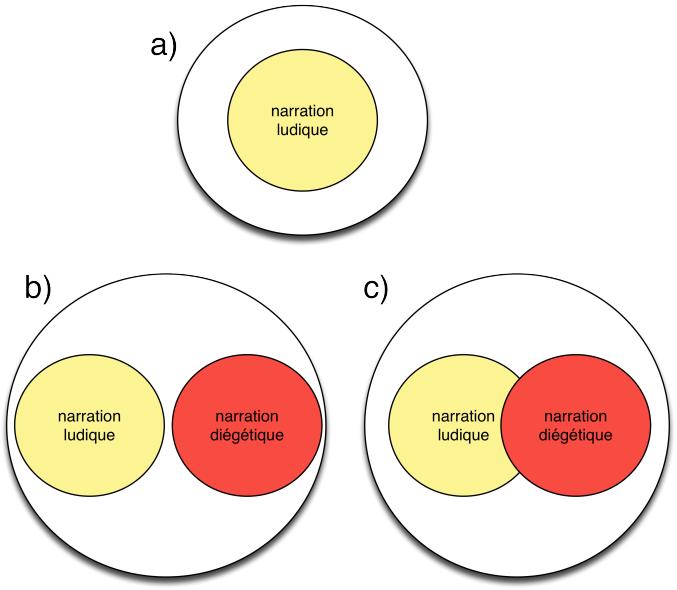


FIGURE 3.1 – Subdivision de la narration au sein du jeu vidéo : a) Narration liée au gameplay uniquement, b) Narration parallèle, c) Gameplay influant sur la narration diégétique.

Ainsi, la narration diégétique, lorsqu'elle est présente, peut ne pas être en lien avec la narration ludique : elle est alors appelée **parallèle**. Citons par exemple les jeux *Mario* créés par Nintendo (cf. figure 3.2). Le joueur y incarne Mario au sein d'un univers particulier, mais le gameplay (sauter, voler, casser des briques, ...) n'influe pas directement sur l'état de cet univers. L'évolution de la diégèse est faite par scènes pré-calculées lorsque le joueur accompli un niveau. C**elui-ci ne peut pas induire de conséquences sur l'histoire** qui se déroule, autrement qu'en finissant un niveau pour la faire avancer. La narration diégétique avance donc parallèlement au gameplay, sans être en lien avec celui-ci.

Cependant, il est possible pour l'auteur de lier ces deux aspects : **les actions du joueur, se fondent alors au sein de la narration diégétique**. Il en est ainsi dans la série *Elder Scroll* (cf. figure 3.2) créée par les studios *Bethesda*. Le joueur incarne un personnage dans un univers ouvert avec une palette d'interactions possibles très large. Il peut ainsi interagir avec la plupart des entités du jeu par le moyen de dialogues, d'échanges d'objets ou bien encore de combats. Cette fois, **ces actions du gameplay, ont un impact direct sur l'état de la diégèse**. En effet, si le joueur choisit de combattre un personnage non-joueur, il n'aura plus la possibilité de parler avec lui ultérieurement, se fermant ainsi des possibilités narratives et toutes les modifications de l'univers correspondantes. Le joueur agit ici directement sur le déroulement de cet univers narratif. Ces liens sont très étroits dans le cas d'un univers ouvert comme notre exemple. Mais il peut être de formes variables en proposant un lien plus ou moins fort entre gameplay et narration diégétique.

Nous venons de présenter le contexte d'existence de la narration interactive directement liée à **l'expérience de jeu**. En effet l'acte de jeu, l'expérience du **gameplay** d'un jeu, créé en lui-même une **première forme de narration**. Ainsi, la mise en action des règles du jeu sous l'impulsion du joueur créée une **trame scénaristique**, faite de rebondissements, de suspens ou encore de succès. Si ce premier niveau de narration interactive est intrinsèque au jeu vidéo, nous avons également vu

FIGURE 3.2 – A gauche captures d'écran de jeux franchisés *Mario Bros*, à droite l'univers d'*Elder Scroll*.

qu'il est possible d'introduire **un second niveau**, optionnel, de narration : **la narration diégétique**. La narration diégétique donne corps à l'univers virtuel et incidemment à l'avatar du joueur. Les buts, actions et motivations du joueur ne sont dès lors plus seulement guidés par les règles du jeu et la stratégie adoptée, mais également par leurs **répercussions dans un univers** concret.

Cette partition de la narration interactive, en deux espaces en relation, nous permet maintenant de définir l'apport de cette dernière pour le jeu vidéo, afin d'en établir les **défis**.

## 3.2 Objectifs de la narration

Après avoir traité des deux aspects possibles de la narration interactive, nous allons aborder deux objectifs qu'elle peut atteindre dans un jeu :

- Donner un **contexte** au jeu ;
- **Récompenser** le joueur ;

Chacun de ces objectifs constitue une raison pour laquelle un concepteur peut souhaiter introduire une narration au sein de son jeu vidéo. Afin de situer la narration interactive au sein de la création d'un jeu vidéo, nous proposons de les détailler.

### 3.2.1 La narration comme contextualisation

La première expérimentation d'un jeu vidéo par un joueur nécessite de sa part une prise en main, **un apprentissage** du contexte de jeu. Il doit pour cela appréhender le gameplay afin d'avoir à l'esprit **les actions possibles** et de mettre en place une stratégie de jeu. Si l'ensemble de ces actions ne peuvent lui être présentées immédiatement, l'auteur ayant pris soin de les disséminer tout au long de la progression, il doit pouvoir rapidement être à même d'évoluer dans le jeu. Ainsi,

le positionnement de l'univers, dans une diégèse présentant des points communs avec la réalité ou d'autres univers déjà rencontrés par le joueur, est un atout considérable : il n'est pas nécessaire d'y détailler l'ensemble des actions possibles. Ainsi, si le joueur incarne un avatar de type humanoïde, **il va intuitivement connaitre les déplacements possible**s. Mais au delà des concepts évidents, c'est l'ensemble du gameplay qui peut être abordé de cette manière.

**Exemple 3.2.1.1** (***Contextualisation***)

Examinons le jeu *Serious Sam* (cf. figure 3.3) développé par *Croteam*. Il s'agit d'un jeu de tir à la première personne, où le joueur doit éliminer une série d'ennemis au cours de différents niveaux. Nous n'aborderons pas, volontairement, ici l'aspect multijoueurs, et coopératif du jeu. Il est important de noter que si ce jeu n'était pas présenté dans une diégèse particulière, le joueur pourrait se trouver face à des ennemis sous l'aspect de formes géométriques. Qu'il s'agisse de cubes s'approchant rapidement et entrant en collision avec lui ou de sphères tirant des rafales à distance, le joueur n'aurait aucun moyen d'**inférer au premier regard** les actions qu'il doit entreprendre. Il en va de même pour les objets qu'il peut utiliser, les armes dans notre exemple. Qu'une arme lance des boules explosives ou des rafales de carré, ne renseignerait pas le joueur sur leur utilisation et leur **impact sur le gameplay**.

FIGURE 3.3 – Captures d'écran du jeu Serious Sam.

Mais le positionnement dans une diégèse particulière permet de contrebalancer cet état de fait. Ainsi, les ennemis que nous avons auparavant décrit sous la forme de cube sont en fait des taureaux qui cherchent à empaler le joueur. Lorsque le joueur verra pour la première fois un taureau courir vers lui, **il va intuitivement penser à un danger et tenter d'esquiver**. De la même manière, si il ramasse un lance grenade ou une mitrailleuse, il va déjà avoir une idée de leur utilisation et de la manière dont il peut et doit s'en servir.

Ainsi, dans [RS06], *Sébastien Bura* dresse la liste des intérêts de la contextualisation :

- **Expliquer les règles** du monde ;
- **Expliquer les moyens** dont dispose le joueur
- Donner un **contexte** à l'action ;
- Fournir des **objectifs** au joueur ;
- **Rythmer** l'action ;
- Donner une **fin** au jeu.

La narration va donc contextualiser le cadre d'exécution et permettre au joueur d'appréhender plus aisément le gameplay qui lui est proposé. Plus la contextualisation ramènera le joueur à un univers, ou à des éléments de cet univers, qu'il connait, plus facilement il accèdera à la compréhension de ses moyens et objectifs. Ainsi, un univers qui serait un simulacre de la vie du joueur lui serait

immédiatement accessible. **La narration diégétique est un moyen de simplifier l'interaction, un facilitateur du gameplay et donc de l'expérience du joueur.**

### 3.2.2 Accompagnement du joueur

Placer le joueur dans un cadre familier est donc un atout pour ne pas le surcharger de nouveautés à apprendre, et ainsi risquer de le déstabiliser. En effet, cela aurait pour effet de le **frustrer** et pourrait le pousser à ne pas explorer suffisamment l'univers qui lui est offert.

Mais il est également souhaitable de **proposer une expérience nouvelle, de découverte,** au joueur : lui donner à voir et à manipuler des composantes de jeu qu'il n'a pas déjà rencontré. La phase de familiarisation avec ces nouvelles fonctionnalités peut être facilitée par la narration interactive. Celle-ci offre une forme de récompense au joueur pour résoudre les obstacles proposés.

De plus, **augmenter le gameplay** signifie offrir de nouvelles opportunités narratives à un joueur. Les règles du jeu, qu'il s'agisse des buts et obstacles du joueur ou bien des actions qu'il peut entreprendre, sont alors un **nouvel espace à découvrir**. C'est aussi une étape indispensable lors de la prise en main d'un jeu vidéo. En effet, comme pour les jeux traditionnels, il est compliqué pour une personne novice d'appréhender dès la première partie l'intégralité des règles et stratégies qui lui sont proposées. Les créateurs de jeux vidéo prennent souvent le parti d'accompagner le joueur dans son apprentissage ,et de lui **faire découvrir le gameplay de manière incrémentale**. Au cours de la progression du joueur, les possibilités qui lui sont offertes sont peu à peu augmentées. Cette tâche d'apprentissage est fastidieuse pour le joueur, mais accompagnée par la narration diégétique, celle-ci peut être facilitée.

Il est possible de faire le parallèle entre les échecs et un jeu de stratégie en temps réel, telle que la série des *Warcraft* développée par Blizzard. Dans les deux cas, un néophyte ne peut apprécier directement l'intérêt du jeu : **il est nécessaire de lui en apprendre les mécanismes**. Dans le cas des échecs il va ainsi apprendre les déplacements de chaque pièce et les bases de stratégie nécessaires.

Selon la complexité du jeu, cette phase d'apprentissage peut être **fastidieuse**, même si le joueur apprécierait le jeu si il en prenait la peine. Il en va de même pour le gameplay des jeux vidéo. Cependant, ceux-ci ont un atout de taille : **la possibilité d'associer cette phase à une narration diégétique**. Ainsi dans notre exemple, le joueur démarre son apprentissage avec quelques unités de base. Cette base est ensuite augmentée au fur et à mesure des niveaux jusqu'à ce qu'il ait accès à l'ensemble des unités du jeu. Il aura alors à sa disposition l'ensemble des possibilités qui lui sont offertes.

Les justifications scénaristiques de ce processus d'apprentissage vont déterminer avec quelle **facilité le joueur se l'appropriera**. La présentation sous la forme d'un scénario, permet au joueur de s'**immerger** dans les actions qu'il accomplit, et d'intégrer d'autant plus facilement ce qui lui est expliqué.

La narration interactive permet ainsi d'auto-entretenir l'intérêt pour le joueur : en augmentant ses possibilités d'interaction et ses connaissances du jeu, elle lui propose un contenu narratif. Encore faut-il que ce contenu intéresse le joueur. Hors des considérations de goûts quant au genre du jeu et à son univers, il est nécessaire de considérer la qualité de l'œuvre produite dans son ensemble. Celle-ci est composée :

– **des actions du joueur** et de son impact dans l'univers ;

– **de l'univers diégétique** et de son état tout au long de la partie.

Nous avons ici abordé l'importance du gameplay dans la narration interactive : **de la diversité des actions accessibles au joueur naissent les possibilités narratives**. Le gameplay peut être assimilé au langage que le joueur emploie pour communiquer avec le jeu. **Les actions qu'il entreprend sont les mots des phrases qui se construisent lors d'une narration interactive**. Les réponses du système les complètent pour former une partie de l'œuvre : comme le décor de ce jeu, la narration diégétique permet un habillage attrayant des obstacles.

Dans ses objectifs, la partie diégétique de la narration interactive, est comme toutes les autres œuvres : elle permet de **transmettre une expérience ou un message** à un public. Qu'il s'agisse d'expliquer ou bien de critiquer le monde et les personnes, elle doit permettre de susciter émotions et empathie en provoquant la surprise et l'émerveillement.

La satisfaction du public est un objectif plus compliqué lorsque le contenu de l'œuvre ne peut être imposé seul par l'auteur. La narration interactive doit **composer avec le public pour élaborer le contenu de l'œuvre**. Si cette liberté du joueur est un **atout pour le gameplay**, elle devient une **difficulté** lorsqu'il s'agit de **narration diégétique**. Comment assurer l'intégrité et la qualité de l'œuvre, quand certains paramètres sont incontrôlables ? Quelles libertés accorder au joueur ?

Cette liberté est fonction de la volonté du joueur, mais aussi de ses possibilités. Nous allons voir que la complexité de création d'une narration interactive peut contraindre les auteurs à limiter les possibilités d'interaction du joueur.

## 3.3 Aspects qualitatifs de la narration interactive

Nous avons abordé dans l'introduction de ce document le caractère **collaboratif de la narration interactive**. Celle-ci permet la construction d'un récit par échanges successifs entre un contenu créé par un auteur, et un joueur. Cet assemblage éphémère s'effectue au travers d'interactions au sein d'un univers virtuel. L'influence respective de ces protagonistes sur le récit produit est le résultat d'une **tension entre leurs deux volontés** :

– D'une part le **joueur**, qui souhaite **s'approprier et modeler l'univers** au travers des actions qu'il accomplit et des décisions qu'il prend ;
– D'autre part le créateur, dont la volonté est de pouvoir **contrôler l'expérience** du joueur par un cadre narratif afin de garantir **la qualité du récit produit.**

**L'augmentation de la liberté du joueur dans les actions qu'il peut réaliser diminue le contrôle du game designer** sur l'expérience. Selon le niveau du contrôle qu'il souhaite effectuer sur la production du récit, il peut ne déléguer qu'un rôle de projectionniste au joueur ou bien, à l'autre extrémité de l'échelle, lui laisser toute liberté.

Ce déroutage des rôles dans la coproduction permet d'entrevoir deux extrêmes de la narration interactive. D'un côté une narration interactive où le joueur ne se voit imposer **aucune contrainte** et de l'autre une narration interactive où l'**auteur maitrise l'intégralité du contenu**. Le premier est aussi dénommé ***"Sandbox"*** (bac à sable). Le joueur se voit offrir un univers riche en interactions et pourra effectuer les choix qu'il veut sans s'en voir imposer aucun. Dans ce cas, la narration est dite **émergente** : elle n'est pas prédéfinie mais se forme des seules interactions du joueur. Si la liberté du joueur y est très élevée, la qualité du récit produit ne peut être garantie par l'auteur, celui-ci ayant renoncé à tout contrôle sur le processus.

Le second extrême est une **œuvre linéaire interactive**. Le joueur ne peut qu'influer superficiellement sur le contenu (par exemple changer le nom du personnage principal). Cette fois l'auteur maitrise l'intégralité du récit et peut donc assurer sa cohérence et l'intérêt qu'il va susciter chez le joueur. En revanche ce dernier voit ses **possibilités d'actions réduites au strict minimum**.

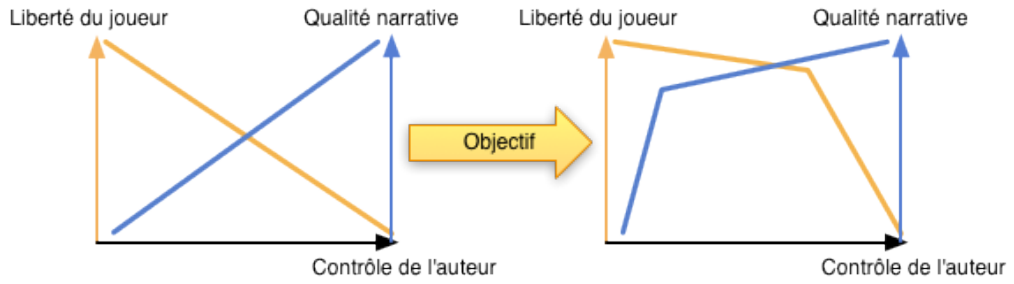


FIGURE 3.4 – Echelle des responsabilités au sein de la narration interactive.

L'ensemble des possibilités entre ces deux états est vaste, qu'il s'agisse de restreindre l'utilisateur pour garantir la qualité du contenu, ou bien lui laisser toute liberté sans rien lui imposer. Quel que soit le curseur choisi par l'auteur, son **objectif** est la **création d'un contexte immersif**. Nous allons voir que le joueur doit avoir **un contenu adapté** et une **part active** dans la production du récit. Mais ces deux hypothèses peuvent entrer en contradiction car l'augmentation de l'une, fait mécaniquement baisser l'autre. **Pour réduire la distance entre ces deux problématiques nous souhaitons proposer une méthode permettant aux auteurs de laisser une liberté contrôlée au joueur, tout en garantissant la qualité du scénario produit** (cf figure 3.4).

### 3.3.1 Expérience interactive

Les jeux vidéo semblent exercer un pouvoir particulier sur leurs utilisateurs. Un joueur semblera tour à tour concentré, effrayé, ému ou encore excité, sans qu'il soit possible à un observateur extérieur d'appréhender de manière exhaustive l'univers auquel réagit cette personne. Même si celui-ci est en capacité de comprendre l'action qui se déroule, en ayant déjà essayé le jeu en question par exemple, **son ressenti ne sera pas le même que celui du joueur** : celui-ci vit une expérience particulière, directement liée aux interactions dans lesquelles il est impliqué avec le jeu. L'artiste *Roobie Cooper* [1] dans son projet *« Immersion »* a filmé récemment des enfants alors qu'ils expérimentaient une partie de jeu vidéo (cf figure 3.5). Le montage des scènes obtenues permet d'entrevoir **la diversité et l'intensité des comportements** manifestés lors de cette activité [2].

Ainsi, selon le genre du jeu pratiqué, le contexte de la partie et la personnalité propre au joueur, les stimuli qu'il reçoit provoqueront chez lui des **réponses cognitives et motrices**. Quel joueur n'a jamais ressenti une décharge d'épinéphrine lors de phases d'actions intenses ? Quel joueur n'a pas senti ses poils se hérisser face à la surprise d'une scène inattendue ou bien encore la satisfaction lorsqu'il atteint un objectif pour lequel il a œuvré ? Ces manifestations chez le joueur sont considérées comme l'**un des marqueurs de la qualité d'une expérience de jeu,** propre au phénomène d'**immersion** et d'**implication** dans les challenges qui lui sont proposés. Le joueur est à tel point absorbé par l'aventure qu'il est en train de vivre qu'il y **investi totalement sa conscience**, au point d'y réagir physiquement et émotionnellement.

1. http ://blog.robbiecooper.org/
2. http ://www.youtube.com/watch ?v=HfOUhwhdUV0

FIGURE 3.5 – Expressions d'enfants lors d'une partie de jeu vidéo. Portraits réalisés par *Roobie Cooper*.

Si ces phénomènes visibles de l'immersion ne sont pas toujours présents au cours d'une partie de jeu, ou si leur intensité peut varier au cours de la session, **les concepteurs de l'expérience sont à la recherche de ce phénomène pour le joueur.** Les différents domaines impliqués dans la création des jeux vidéo ont fait de l'immersion du joueur un axe majeur de recherche. Qu'il s'agisse des graphismes, du gameplay ou encore des interfaces, les investigations quant aux causes et caractéristiques de ce phénomène sont nombreuses.

Nous souhaitons ici contribuer à ces recherches sur le phénomène d'immersion en s'intéressant plus précisément à **la narration dans laquelle va être immergé le joueur**. Il s'agit donc d'analyser **les causes de l'immersion** narrative, et de proposer aux auteurs des outils leur permettant de favoriser son apparition chez le joueur.

Le jeu vidéo est un nouveau média dont les atouts uniques permettent d'en faire un vecteur d'expérience efficace. Cette introduction nous permet d'aborder cette particularité et de relever **les propriétés qui la rendent possible**. Le phénomène central étudié porte bien évidemment sur l'**interactivité**. En effet, le joueur occupe une place particulière dans l'expérience, qui lui permet de recevoir le contenu proposé mais également d'être interprète de celui-ci. Cette proactivité du joueur, dans le contenu qu'il expérimente, est un véritable défi pour les concepteurs qui doivent ainsi proposer **une œuvre interactive**, que le joueur peut manipuler, tout en garantissant une cohérence du propos initialement imaginé.

Cette implication et cette proactivité du spectateur constitue l'une des principales caractéristiques du jeu vidéo . En tant qu'œuvre, celui-ci partage de nombreux aspects avec d'autres formes d'expression : la représentation de textes, d'images ou bien encore de sons, dans le but de transmettre un message, une expérience, à un public. Mais bien que ces facettes soient des composantes essentielles du jeu en tant qu'œuvre, son élément le plus caractéristique est **le rôle particulier dévolu au joueur**. Les actions qu'il peut y entreprendre, ainsi que les objectifs qu'il doit atteindre, représentent **l'acte final et essentiel de réalisation de l'œuvre**. Ce sont d'ailleurs ces éléments qui permettent de regrouper les jeux en différentes catégories. Par exemple, la classification proposée par *Stéphane Natkin* [Nat04] permet de distinguer plusieurs catégories (Puzzle, Sport, Stratégie, ...) qui, comme les catégories équivalentes pour des jeux non-virtuels, regroupent des gameplays homologues. La figure 3.6 représente cette classification.

Ainsi, les actions du joueur au sein de l'univers virtuel, couramment appelées **gameplay**, sont donc une **dimension supplémentaire de l'œuvre** qu'il est absolument nécessaire de prendre en compte lors de la conception d'un jeu. Cette interactivité doit être abordée via les deux prismes que nous avons précédemment définis : **le contenu et l'interactivité**. Le jeu vidéo est composé d'une part du joueur qui va prendre des décisions et choisi des actions parmi celles qui lui sont proposées et d'autre part du contenu de l'œuvre synthétisée. **La qualité et la quantité des actions possibles**

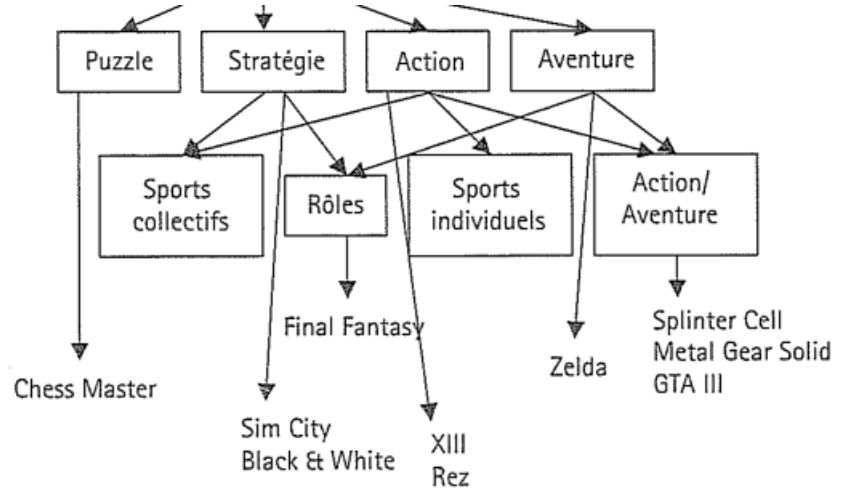


FIGURE 3.6 – Classification des jeux vidéos selon le gameplay telle que présentée dans [Nat04].

permet une expérience de qualité au joueur qui aura alors des alternatives et des choix possibles, l'immergeant réellement dans l'œuvre qu'il expérimente. Il est donc indispensable de prendre en compte l'impact de ces actions sur le contenu du jeu vidéo, et de définir le contenu au regard de ces actions.

Le joueur va évoluer dans le monde virtuel au travers de son avatar, les actions qu'il effectue vont impacter sa propre représentation et le monde virtuel dans lequel il est immergé. Cette succession d'**actions et de réactions** donne lieu à un premier niveau de narration : **le récit du joueur parcourant un monde virtuel**. Ce niveau de récit est présent dans tout jeu vidéo puisqu'il émerge de l'interactivité même de celui-ci.

Il est également possible de distinguer un deuxième niveau de narration, la narration intrinsèque à l'univers virtuel. Il s'agira ici **des aventures et péripéties de l'avatar du joueur** prenant place dans un type de jeu particulier qu'on appelle souvent par abus de langage jeu narratif. Ce deuxième niveau de narration n'est pas forcément présent, et peut l'être à différents degrés. En effet, la narration ne peut être présente que dans un objectif de contextualisation des actions du joueur, ou bien encore être utilisée à titre de récompense suite à la réussite d'objectifs.

**La narration au sein du jeu vidéo est donc pour partie fonction du joueur**, des choix qu'il va entreprendre, mais également **un rôle primordial du concepteur** qui, comme tout auteur, souhaite diffuser un message au travers de son œuvre, transmettre un expérience à autrui. Il est donc nécessaire de lier l'interactivité expérimentée par le joueur à la synthèse de la narration dans laquelle il évolue. Mais cette dernière se doit de ne pas être une suite d'évènements sans lien. Elle se doit de présenter **les éléments de qualités propres à la conception de toute narration**, quel que soit le contexte de mise en œuvre, tout en incorporant le potentiel d'interaction avec le joueur. Il s'agit donc ici de la problématique majeure posée par la narration interactive.

### 3.3.2 Immersion interactive

L'**immersion** au sein du jeu vidéo passe par la qualité de l'expérience que va vivre le joueur. Pour atteindre cette immersion le contenu proposé au joueur, tant dans son rôle d'acteur que de

spectateur, doit avoir des propriétés particulières. En ce qui concerne l'expérience de spectateur, selon la théorie des usages et de la gratification, la qualité du contenu proposé s'apparente à la qualité du contenu d'œuvres classiques : **tension dramatique, cohérence de l'univers** ... Dans sa dimension d'acteur, l'expérience du joueur est conditionné par les tâches qui lui sont proposées, l'immersion, ou l'état de « Flow » peut être atteint sous des conditions de qualité : liberté du joueur, influence des actions sur le contenu, ... Ces deux aspects forment une partie essentielle la qualité de l'expérience du joueur en tant que spect-acteur. L'immersion au sein du jeu vidéo va donc être conditionné par son contenu : **la qualité et la quantité des interactions proposées au joueur et, le cas échéant, leur impact sur l'univers virtuel.**

Nous avons vu que le contenu du jeu vidéo est composé à la fois des règles qui régissent le jeu auquel prend part le joueur mais également par le monde virtuel dans lequel le joueur s'incarne via un avatar. Ces deux aspects du jeu vidéo forment chacun une séquence narrative distincte qui peut, le cas échéant, entrer en intersection. Nous avons abordé ce contenu sous sa forme narrative.

Finallement, **l'immersion va donc être liée à la qualité de la narration que pourra créer l'auteur pour le joueur**. Mais l'auteur a là une tâche complexe car si les mécanismes qui permettent la création d'une narration de qualité ont été éprouvés par les œuvres classiques, il se trouve face à une forme particulière de narration. Il n'est plus seul à choisir les évènements et doit laisser une place au joueur qui réclame une liberté au sein de l'histoire qui se créée. Il est alors possible de parler de narration interactive. Le défi pour l'auteur est de créer un récit en coproduction avec le joueur **tout en assurant la qualité de la narration finale** pour permettre l'immersion du joueur.

#### 3.3.2.1 Théorie des usages et de la gratification

Le jeu vidéo est avant tout une œuvre. Nous verrons ultérieurement ce qui le différencie des œuvres traditionnelles, mais il partage avec elles un socle commun : la présentation d'un **contenu** lors d'une **représentation** au travers d'un **média**. Fondée sur l'étude de l'utilisation de médias traditionnels tels que la télévision, **la théorie des usages et de la gratification** permet de **dégager différentes propriétés** du spectateur, du média et du contenu **favorisant un état d'immersion**, dans sa dimension de plaisir, chez les spectateurs. Cette théorie est issue de travaux sociologiques [RW89, MH86] sur l'utilisation de la télévision par les jeunes. Les chercheurs s'intéressaient alors aux variables qui poussaient un spectateur au choix d'un programme par rapport à un autre. Les facteurs environnementaux, les usages, ainsi que le plaisir retiré de l'opération, la gratification, est la quantification proposée par les fondateurs de théorie des usages et de la gratification.

Ainsi *Blumler* et *Katz* [BK74]ont identifié cinq propriétés de ce système triptyque pouvant mener à un état de satisfaction :

- **Qualité du contenu** : perception des propriétés intrinsèques de l'œuvre (fond et forme) ;
- **Genre du contenu** : familiarité avec le genre (comédie, série ou péplum par exemple) ;
- **Média** : Utilisation d'un média en particulier (cinéma, télévision par exemple) ;
- **Contexte social** : Situation sociale lors de la consommation (regarder un film entre ami) ;
- **Humeur de l'audience** : l'ennui avant l'appropriation du contenu peut favoriser l'apparition d'un sentiment de plaisir ;

Il n'est pas nécessaire que l'ensemble de ces propriétés soient satisfaites pour que le spectateur ressente du plaisir lors de son appropriation d'une œuvre. Il est évident qu'une personne d'humeur guillerette, regardant un très bon film, dans un genre qu'elle apprécie et en compagnie d'amis passera un bon moment. Mais la satisfaction, ou l'approche de celle-ci, pour chacune des propriétés

est un pas vers une **expérience de qualité** pour l'audience. Si le fond et la forme, le contenu de l'œuvre, jouent naturellement un rôle dans le ressenti que va en avoir son public, cette théorie permet de dégager un autre acteur essentiel : **le spectateur** lui même.

Son état, ici dénoté par son humeur, ses préférences et son contexte social, entre en jeu dans la perception qu'il va avoir du contenu qui lui est présenté. Ainsi, même face à une œuvre dont le contenu figé lui empêche toutes modifications, **le spectateur influe** de manière spontané **sur le ressenti qu'elle va provoquer chez lui.**

#### 3.3.2.2 Flow : théorie de l'expérience optimale

Parmi les propriétés d'une œuvre permettant l'immersion nous avons précédemment établi que le jeu vidéo possédait un moyen d'adaptation sur l'une d'entre elle : **le contenu**. Cette adaptation est possible en observant les **actions** entreprises par le joueur dans le rôle qui lui a été attribué au sein de l'œuvre. Il est désormais nécessaire de s'interroger sur **la forme de ces actions** et sur leur rôle au sein du processus d'immersion du public que nous visons.

Quels sont les objectifs visés par l'adaptation du contenu ? En effet il apparait désormais qu'il est possible d'adapter le contenu de l'œuvre qui est produite à l'individu qui l'expérimente et à son contexte. Mais si le résultat de cette adaptation n'a pas **une qualité supérieure en terme d'immersion** vis à vis du spectateur, alors ces efforts seront en vain. Quelle influence sur le contenu l'identification d'un joueur, par exemple débutant, doit-elle avoir ? Est-il nécessaire d'adapter tous les éléments du contenu au risque de ne pas proposer de défi au joueur ou de l'ennuyer ? La psychologie propose là encore des pistes permettant d'explorer cette problématique.

Ainsi, l'immersion du public est également un sujet d'étude pour les psychologues œuvrant dans le domaine de l'éducation. En effet, comme leurs collègues travaillant sur les médias, ils ont observé que les personnes en état d'immersion apprenaient de manière plus efficace. Cette efficacité est caractérisée par une **stimulation de la créativité, des compétences et du plaisir chez l'apprenant**, favorisant ainsi l'acte de transmission. Ces propriétés sont d'un intérêt primordial dans le domaine de l'éducation puisqu'un **apprentissage efficace générant du bien-être** pour un élève est une perspective séduisante. Ce domaine de la psychologie étudie donc les caractéristiques des tâches susceptibles de provoquer un état d'immersion chez l'apprenant. Le but recherché étant le maintien de l'apprenant dans cet état favorable lors de la transmission de savoirs. Les causes de l'occurrence d'un tel état sont à rechercher à la fois dans **le fonctionnement biologique de notre cerveau et dans le contexte des actions entreprises**.

Le cerveau humain reçoit à chaque instant un très grand nombre d'informations. Les processus de traitement de ces informations et de décision, quant aux actions à entreprendre en réponse, consomment des ressources parmi celles disponibles. **Ces ressources ne sont pas illimitées** et il peut s'avérer nécessaire d'ignorer certaines informations ou au contraire de les considérer plus en détail. Ainsi, une personne est capable de diriger consciemment l'allocation d'une partie de ces ressources disponibles. Cette focalisation délibérée est dénommée **l'attention.** La concentration des moyens sur un sujet en particulier est soumis à différent degrés. Ainsi concernant le discours d'un orateur, une personne peut choisir de l'ignorer, de l'entendre, de l'écouter d'une oreille distraite ou attentivement. Ces modulations sont fonction de l'intérêt de la personne pour le sujet considéré.

Il existe un état d'attention supérieure, qui dépasse l'acte de dévouement conscient. *Mihály Csíkszentmihályi* (cf. Fig. 3.7), dans son ouvrage [Csi91], théorise cet état d'esprit particulier qu'il dénomme **Flow**. La définition qu'il en donne est la suivante :

FIGURE 3.7 – Portrait de Mihály Csíkszentmihályi.

> *« être totalement impliqué dans une activité pour le propre bénéfice de cette dernière »*

En étudiant les personnes plongées dans cet état de conscience, les recherches de *M. Csíkszentmihályi* ont pour but d'en trouver les causes. Il est en effet difficile pour une personne d'atteindre consciemment cet état. Le chercheur remarque cependant que certaines personnes parviennent à atteindre sciemment un état homologue, notamment via des techniques de méditation. *M. Csíkszentmihályi* cherche à provoquer cet état chez un individu pour les propriétés qu'il octroie à la personne qui l'expérimente :

> *« L'égo s'atténue. Le temps file. Chaque action, mouvement, et pensée s'enchainent les uns aux autres, comme ceux d'un joueur de jazz. Votre être tout entier est impliqué, et vous utilisez vos compétences à leur maximum. »*

Le but de ses recherches n'est bien évidemment pas de faire de chaque élève un joueur de jazz émérite. L'intérêt de l'état de « Flow » est l'utilisation pleine et maximale des capacités et ressources de l'individu. Mais la recherche de la performance n'est pas le seul objectif. Cet état extrême de focalisation s'accompagne également chez le sujet d'un **sentiment de bien-être, de bonheur, ainsi que d'un sens de l'accomplissement**. Pouvoir générer l'état de « Flow » chez une personne peut ainsi lui permettre d'accomplir des tâches de manière optimale tout en ayant un effet bénéfique sur son état d'esprit.

*M. Csíkszentmihályi* définit donc le « Flow » comme la **concentration extrême** d'une personne sur une tâche qu'elle est entrain d'exécuter, au point qu'elle perde conscience d'elle-même et de son environnement. Cette concentration permet à un apprenant de mobiliser toutes ses ressources et ses compétences à la réalisation de l'activité en cours. Selon *M. Csíkszentmihályi* les attributs d'une activité induisant un état de « Flow » sont les suivantes :

- **Buts clairs** : les attentes envers l'apprenant doivent être explicitées et compréhensibles ;
- **Le succès ou l'échec de l'apprenant doivent lui être signifiés** : celui-ci doit avoir la possibilité d'ajuster son comportement au cours de l'activité ;
- **Activité ni trop facile ni trop difficile** : les buts doivent être atteignables et en adéquation avec les compétences de l'utilisateur ;
- **Sentiment de contrôle, d'influence sur la situation** ;
- **L'activité doit-être auto-récompensante** : la satisfaction de la récompense doit permettre d'effectuer la tâche sans effort.

Dans ce cas aussi, la satisfaction de l'ensemble de ces propriétés n'est pas une condition sine qua non pour qu'une tâche puisse initier un état de « Flow ». Cependant **plus une opération s'approche de ces caractéristiques, plus elle sera à même de favoriser l'immersion de celui qui l'effectue**. La définition proposée par *M. Csíkszentmihályi* du comportement des personnes expérimentant le « Flow » entre donc ici en résonance avec la description que nous avons faite de l'immersion du joueur. L'attention du destinataire est totalement tournée vers le contenu qui lui est proposé, ou dans le cas présent l'action qui lui est proposée.

Les attributs du jeu vidéo permettent de répondre à la totalité de ces défis. Tout d'abord les actions entreprises par le joueur peuvent-être auto-récompensantes. En effet nous avons vu précédemment que la consultation d'une œuvre peut procurer un plaisir à son spectateur. Dès lors, si **les actions du joueur permettent de dérouler l'œuvre**, elles peuvent alimenter une satisfaction chez celui-ci. En plus d'une appropriation du contenu, les interactions entre le jeu vidéo et le joueur permettent la synthèse dynamique du contenu, dès lors ce dernier peut **percevoir l'incidence de ses actes** sur la narration et, le cas échéant, apprécier **l'échec ou la réussite de son entreprise** au regard **des buts** qui étaient définis. Enfin le **calibrage des activités** proposées afin qu'elles présentent un défi intéressant mais atteignable par le joueur peut s'effectuer par l'observation du joueur et la quantification de ses compétences afin d'adapter le contenu. *M. Csíkszentmihályi* a ainsi caractérisé l'état de « Flow » comme un rapport entre la perception de ses compétences qu'a un apprenant en fonction de sa perception des défis qui lui sont proposés (cf. figure 3.8).

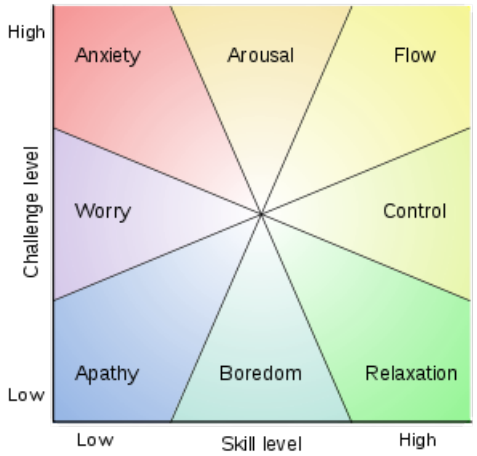


FIGURE 3.8 – Caractérisation des états mentaux en fonction des compétences impliquées et des défis à relever.

Si les formateurs recherchent l'immersion, ou le « Flow », c'est dans le but de transmettre des savoirs et des connaissances que les tâches effectuées permettent d'obtenir. Cet objectif peut sembler entrer en conflit avec la simple recherche du plaisir dans l'appropriation d'une œuvre que nous avons introduit précédemment. Ces deux notions ne sont pourtant pas antagonistes et nous allons voir que **l'implication active**, par son rôle d'acteur, **du joueur dans la construction de l'histoire est un facteur déterminant de l'immersion**.

### 3.3.3 Le spect-acteur

Ces premières constatations nous ont permis de définir la place du joueur dans le paradigme du jeu vidéo. Il est tout d'abord **spectateur** en expérimentant le contenu proposé lors d'une repré-

sentation, l'expérience de jeu. Cette position classique de l'auditoire est partagé par le jeu vidéo avec les œuvres traditionnelles. Mais il offre au joueur un rôle supplémentaire : celui d'**acteur** dans la représentation. Ce nouvel état de **spect-acteur,** terme employé par *Jean-Louis Weissberg* dans son étude de l'impact de l'interactivité [Wei00], est rendu possible par les capacités de calcul des média interactifs qui permettent une création dynamique du contenu lors de la représentation, en présence du joueur. Celui-ci peut alors prendre part activement et influer sur l'œuvre produite. Nous avons identifié dans ce rôle d'acteur un premier élément fort d'immersion possible pour le joueur.

Tout en permettant la synthèse du contenu les capacités de calculs des média interactifs offrent aussi la possibilité d'**adapter** celui-ci au joueur. L'observation du joueur dans son rôle d'acteur permet de construire une connaissance de celui-ci qui va permettre de lui proposer un contenu approprié et unique au regard de ses comportements. Cette adaptation du contenu est un second élément propice à l'immersion du joueur.

Si ces possibilités permettent au jeu vidéo de favoriser une immersion chez le spect-acteur, elles font peser de lourdes contraintes sur le contenu. Tout d'abord, pour permettre au joueur d'être acteur, le contenu même du jeu vidéo doit-être **interactif** : l'auteur doit laisser un rôle et une certaine liberté au joueur. Plus cette liberté sera importante, plus le joueur pourra s'investir dans la construction de l'œuvre. Celle-ci impose des changements dans les processus de création, le contenu doit-être dynamique, réactif. Ainsi l'œuvre créé par l'auteur n'est pas une œuvre au sens classique du terme : il s'agit d'**une œuvre permettant de générer une œuvre**. De plus, cette création est **asynchrone**, l'auteur ne peut manipuler personnellement les paramètres de l'œuvre lors de l'expérience du joueur. Si un auteur classique peut s'assurer des qualités de son œuvre lors de sa conception et être sûr qu'elle sera de qualité équivalente pour tous les publics qui la consulteront, le créateur d'un jeu vidéo n'a pas cette possibilité. **Il doit créer des éléments génératifs**, tout en contrôlant l'expérience qui est en cours afin d'assurer que l'expérience de jeu soit de qualité pour le joueur.

Nous allons voir que cette expérience s'apparente à une narration. Cependant cette narration est d'un genre particulier, puisqu'elle doit être réalisée en coopération avec le joueur. Il est alors possible de parler de **narration interactive**.

Pour un approfondissement des implication du domaine de la psychologie dans les jeux vidéo , nous redirigeons le lecteur vers [ENST08].

### 3.3.4 Qualité de la narration

Nous abordons maintenant cette qualité de l'expérience sous un angle dynamique. En étudiant cette **boucle que forme l'interactivité**, nous souhaitons identifier les différentes étapes et les paramètres du jeu qui les influencent. Ce parcours nous permet de définir les **contraintes qu'impose la liberté donnée** au joueur à l'auteur. Cette identification des contraintes nous permet d'identifier les problèmes à résoudre.

Dans [Cra02], Chris Crawford propose une métaphore de l'interactivité basée sur la conversation entre deux personnes :

> *"Un processus cyclique dans lequel deux acteurs parlent, écoutent et pensent alternativement"*

Prenant ainsi l'exemple de deux personnes **A** et **B** et leur conversation. Celle-ci est formée d'aller retour entre les deux intervenants. Chacun de ces allers retours peut être subdivisé en trois étapes : la pensée, la parole et l'écoute (cf. figure 3.9). La conversation entre **A** et **B** devient alors une succession de :

- **A pense** ;
- **A parle** ;
- **B écoute** ;
- **B pense** ;
- **B parle** ;
- **A écoute**.

Remise dans le contexte de la narration interactive, la conversation effective a lieu **entre le joueur et le média numérique**. Les six étapes ne sont alors plus tout à fait les mêmes puisque le média, l'écoute et la parole dans la métaphore, est ici **incarné par des interfaces**. De plus la fonction de réflexion du média est associée à un calcul basé sur les directives de l'auteur. *Stéphane Bura* [RS06] propose une analyse des faiblesses du jeu dans ces six étapes :

- **Le joueur parle.** Pour que le joueur parle il doit posséder un **langage adéquat**, avoir la possibilité de s'exprimer librement.
- **Le jeu écoute**. La difficulté de l'interprétation des actions du joueur est due au **contexte limité** dont dispose le jeu. Il ne peut se baser sur sur les actions du joueur et n'a pas une **information directe sur ses émotions**.
- **Le jeu pense**. Les traitements du système sont limités par le **manque d'entrées**. En l'absence de quantificateur directs, l'état du joueur pour être pris en compte doit-être inféré de ses actions.
- **Le jeu parle**. Le jeu transmet sa réponse au joueur. La transmission de cette réponse au travers d'une narration est un moyen subtil de la présenter au joueur. Le jeu doit également **enseigner** le langage, ses actions, **au joueur via ce propre langage** et doit donc se baser sur des éléments familiers, communs, au joueur.
- **Le joueur écoute**. Il est amené à apprendre le code employé par le jeu. **Il doit faire cet effort** pour pouvoir agir sans être limité dans le cadre défini par l'auteur. En effet ne pas apprendre ce langage le confinerait à la même méthode de stimulus/réponse que le système.
- **Le joueur pense**. Le joueur doit conceptualiser les règles et les objectifs qui lui sont proposés. Ceux-ci étant nouveaux, ainsi que potentiellement complexes et mouvants, **la narration diégétique peut offrir un cadre permettant d'assurer la cohérence** nécessaire à l'immersion du joueur.

Ce qui émerge de cette analyse de la boucle d'interaction entre le joueur et le jeu vidéo est **la place contrainte de l'auteur** dans le processus. En effet son intervention est uniquement présente lors des phases "réflexion" et "parle" du jeu. Il est donc nécessaire que l'ensemble des caractéristiques qu'il souhaite imprimer à l'œuvre y soit décidé. Il lui est donc nécessaire, si il souhaite contrôler l'œuvre, qu'il puisse **prévoir et modéliser l'ensemble des possibilités combinatoires créées par les relations d'actions-effets** qu'il propose. C'est donc la complexité des embranchements narratifs et des paramètres à prendre en compte qui empêchent l'auteur de donner une liberté totale au joueur.

Car dans cette boucle, la production de réponses incohérentes ou linéaires peuvent **affaiblir la communication**. En effet une œuvre linéaire ne stimulera pas suffisamment le joueur pour lui proposer une expérience immersive. Respectivement un ensemble d'interactions trop grand peut décourager le joueur si il n'est pas accompagné dans sa formation. L'auteur doit donc, comme une personne qui assure un escaladeur, **garder un contrôle étroit mais non dirigiste sur la narration**. Et il ne peut exercer ce contrôle qu'en effectuant des liens entre actions et effets.

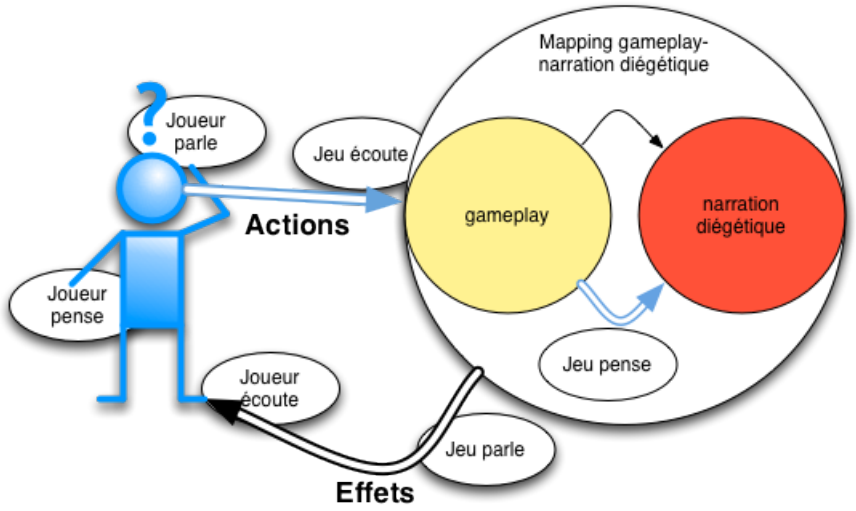


FIGURE 3.9 – Processus séquentiel de la narration interactive.

Si cette corrélation entre ces deux éléments peut être faites de manière statique, c'est à dire une fois pour toute à la création, la possibilité de gérer ces connexions de manière dynamique ouvre des possibilités en terme d'adaptation au joueur. Même si il manque encore des quantificateurs du joueur, une connaissance de son état, **il est possible d'agir en fonction de ses actions connues**. Il est alors possible d'imaginer des activations temporaires d'effets qui ne seront plus accessibles ultérieurement. Si cette possibilité offre un outil à l'auteur, c'est une **complexité supplémentaire**. En plus d'une arborescence cohérente, il est alors nécessaire d'en gérer une à la forme mouvante.

## 3.4 Problématique et objectifs

**L'immersion** de l'utilisateur est une composante importante du plaisir qu'il va ressentir à la perception du contenu d'une œuvre. Le jeu vidéo permet aux auteurs d'utiliser les ressorts classiques pour favoriser cette immersion : en proposant un contenu de qualité le joueur pourra ressentir du plaisir à consulter l'œuvre. Si le fond et la forme d'un jeu vidéo peuvent-être multiples, tant en termes de graphismes, d'ambiance sonore ou bien de complexité de l'univers, la qualité de l'œuvre pour un spectateur peut être abordée d'un point de vue narratif. Ainsi **la qualité du contenu d'un jeu vidéo est directement liée à la qualité narrative perçue par le joueur**. Comme dans une œuvre dramatique, les éléments de narration stimuleront l'intérêt et focaliseront l'attention du joueur : surprises, retournements de situation, ou encore rencontres inattendues. Cet aspect du contenu du jeu vidéo est un premier défi pour les auteurs, produire une narration de qualité est une responsabilité importante et non triviale.

Mais le jeu vidéo permet une étape supplémentaire dans l'immersion du joueur : il autorise celui-ci à s'impliquer dans l'histoire, à prendre effectivement part à celle-ci. Dès lors, la narration qu'il expérimentera, ne sera pas le seul fait de l'auteur, le joueur à un rôle à jouer en son sein. **L'histoire expérimentée** n'est pas un contenu statique transmis tel quel à l'utilisateur, mais **une construction dynamique** réalisée lors d'une partie. Dès lors la composition du jeu vidéo prend un nouvel aspect : l'auteur doit également définir la place du joueur au sein de la narration. L'immersion du joueur est donc aussi fonction des tâches qu'il a à accomplir, de sa liberté d'action et de l'influence

de ses choix sur le récit produit. C'est un tout nouvel espace de création pour les auteurs. Cependant la construction dynamique de ce contenu en fonction du joueur fait apparaitre de nouveaux chalenges.

L'auteur doit en effet **définir la place du joueur au sein de l'œuvre** : quelles seront les actions qu'il pourra effectuer ? Quelles seront leur impact sur l'histoire produite ? Contrôle t'il toute la narration ou une partie seulement ? Ces éléments sont primordiaux pour l'expérience du joueur puisque de la qualité de cette définition dépendra son immersion. Mais cette définition est complexe puisque fonction d'un paramètre inconnu à l'auteur lors de la conception : le joueur. L'auteur doit donc mettre en place les mécanismes permettant **l'adaptation du contenu au joueur et les conséquences des actions qu'il entreprendra**. Mais la simple réaction du contenu aux actions du joueur n'est pas suffisante. Il est également important de prendre en compte la qualité de l'œuvre produite. En effet si l'interaction de l'utilisateur avec le contenu est une source d'immersion, la production d'un récit incohérent ou sans intérêt peut l'éloigner de ce plaisir. **L'auteur doit donc garantir l'adaptation du contenu dans des contraintes de qualité définies.**

Cet ensemble de contraintes autour de la conception et de l'exécution des jeux vidéos porte sur la séquence narrative qui va être synthétisée et présentée au joueur. Nous proposons donc d'aborder la création d'un jeu vidéo et son exécution comme une narration interactive : la création d'une œuvre, en l'occurrence un récit, en coproduction entre un auteur et un spect-acteur. Les défis à relever concernent la conception et la représentation d'une telle œuvre interactive. Nous souhaitons aider les auteurs dans leurs processus de construction de narration interactive. Cette assistance doit leur permettre, depuis la conception jusqu'à l'exécution, d'**assurer la qualité de la narration produite**. Nous avons abordé les enjeux au travers du jeu vidéo, mais lors de notre étude, nous ne nous limiterons pas à ce cadre. Nous souhaitons l'étendre à l'ensemble des système permettant la narration interactive.

### 3.4.1 Espace d'interaction

La liberté du joueur vient des actions qu'il peut entreprendre. C'est au travers du média numérique et de ses interfaces qu'il a la possibilité de s'exprimer, d'interagir avec le jeu. Chaque interaction physique avec le média est traduite en **interaction entre l'avatar du joueur et l'univers virtuel**. La forme des interactions physiques est **imposée** par le contrôleur employé, qu'il s'agisse d'une manette de console, d'une souris ou bien encore d'un clavier. Certaines interfaces permettent plus de possibilités comme la **Kinect** ou les capteurs continus tels que les accéléromètres, même si leurs données continus sont souvent traduites en un set restreint d'évènements. Si les possibilités physiques d'actions du joueur sont bornées, **leurs conséquences dans l'univers ne le sont pas**. Ainsi un même contrôle, une même vocalisation, du joueur peut entrainer une action virtuelle, un mot, différent selon son contexte.

Cette différenciation entre l'interaction réelle et virtuelle permet de dégager **le caractère infini des actions qui peuvent-être proposées au joueur**. La seule limite étant la capacité du joueur à s'en servir. Et pourtant l'expérience du joueur n'est pas aussi infinie que cela. Les contraintes techniques et ludiques imposent que cette liberté soit restreinte **pour assurer le bon déroulement du processus narratif**. Nous approfondissons les mécanismes de cette surveillance pour introduire les frustrations du joueur face à une narration faiblement interactive, et leur impact sur son expérience. Cette constatation nous permet d'appréhender la **complexité** liée à la narration interactive.

### 3.4.2 Liberté surveillée

En effet, le respect d'une trame scénaristique, même peu directive, impose de **contrôler l'expérience du joueur**. Il peut être ainsi nécessaire d'obliger le joueur à effectuer une action afin de garantir le récit (par exemple un jalon narratif). Nous retrouvons ici la tension de la narration interactive, le curseur qui doit **optimiser la liberté du joueur en garantissant le cadre narratif de l'auteur**.

Commençons par le cas le plus restrictif possible où le joueur se retrouve dans un scénario linéaire. Ses actions sont limitées à une seule pouvant faire évoluer le scénario, et pour chaque étape il n'a d'autres possibilités que de **se conformer au seul choix qui a déjà été fait pour lui.** Le joueur peut alors se démotiver pour continuer l'expérience ou éprouver de l'ennui. Il risque également de tenter d'outrepasser les limites en effectuant des actions non prévues à cette étape du scénario mais pourtant accessibles. **Il peut alors désordonnancer la narration**.

Prenons pour exemple le jeu *Myst* (cf. figure 3.10), développé par le studio *Cyan*. Le joueur se retrouve dans un jeu de puzzle où une énigme lui est proposée. Le jeu se présente sous la forme d'une succession de lieux représentés par des images fixes. Dans chaque lieu **le joueur peut effectuer des actions ou bien rejoindre d'autres lieux** connectés à celui où il se trouve. Le joueur peut tenter les actions proposées sur chaque lieu, mais si le temps de cet objet dans la narration n'est pas venu, il n'aura **aucune réponse** autre qu'un refus. Seule une interaction précise, débloque la prochaine étape du puzzle. Le joueur passant à côté de cette interaction peut errer longtemps, jusqu'à perdre patience. **La succession linéaire d'évènements garantie que l'histoire globale sera de bonne qualité, mais elle ne permet de s'assurer que sa réalisation effective par le joueur soit elle de qualité**. Ne s'adaptant pas au joueur et à ses actions, elle risque de le perdre.

FIGURE 3.10 – Capture d'écran du jeu Myst.

Il faut donc proposer une espace de liberté au joueur sans pour autant compromettre la trame scénaristique de l'œuvre. **En relâchant cette surveillance sur le joueur, l'auteur peut élargir l'espace de possibilités du joueur**. Les interactions ne sont plus alors un moyen de dérouler mécaniquement un scénario linéaire, mais une possibilité d'amorcer le mécanisme d'action/conséquence de la narration interactive. Nous allons maintenant aborder le cas d'une surveillance plus relâchée du joueur et son impact sur la conception d'une narration interactive.

### 3.4.3 Choix et frustration du joueur

Relâcher le contrôle et de donner une réponse au joueur lorsqu'il explore à la fois le gameplay et la diégèse. De manière classique, le joueur à un ensemble d'action à sa disposition. Il peut s'agir de :

- **gérer des ressources** ;
- **utiliser des éléments** d'inventaire ;
- **dialoguer** avec des personnages non-joueurs ;
- **se déplacer** sur une carte.

Le gameplay d'un jeu est donc constitué d'un sous-ensemble de ces actions et l'auteur doit attribuer à chacune d'entre elle un effet. Dans le cas précédent de la narration linéaire l'ensemble des effets possibles à un moment donné du scénario est réduit à une seule possibilité. **Mais plus l'auteur remplira cet ensemble de conséquences plus il permettra au joueur de prendre en main la narration**. Le joueur pourra donc toujours essayer l'ensemble de ses actions mais il sera susceptible d'influencer le scénario par ses échecs. Il ne tâtonne plus à la recherche de la bonne interaction. Il doit s'impliquer pleinement dans la construction de l'histoire qu'il est entrain de vivre.

Ainsi dans un scénario linéaire, un joueur devant dialoguer avec un personnage non-joueur, pourra relancer le dialogue plusieurs fois, en utilisant diverses arborescences, **il ne se passera rien tant qu'il n'aura pas entré la bonne combinaison**. Augmenter les effets consiste alors à proposer divers issues à ce dialogue. Par exemple relancer plusieurs fois le dialogue peut agacer le personnage non-joueur et faire perdre l'occasion au joueur ; ou alors lui proposer une nouvelle trame narrative s'il reste courtois.

**Cette notion de lien entre les actions et les conséquences est au cœur la narration interactive.** Celle-ci est en effet composée d'une succession de recherches de l'effet le plus adapté à une action du joueur. Sur la base des ces actions, on doit s'assurer que le système produit une **réponse adaptée**. En effet une réponse inadéquate, ou l'absence de réponse, est un risque de voir le joueur quitter l'immersion. Ainsi le scénario doit être défini pour s'adapter au joueur, et non l'inverse.

Cette adaptation de la réponse est à la base de la sensation de maîtrise que peut avoir le joueur. Si **l'impact de ses choix** lui est réellement perceptible, c'est un pas de plus vers **une expérience immersive**. L'immersion qui est une sensation essentielle recherchée dans le jeu. Mais pour que le joueur puisse s'exprimer il doit avoir un langage adéquat. Le langage qui lui est proposé doit être **varié et lui permettre de communiquer sa volonté** de manière efficace. Sans cette possibilité de s'exprimer, entravé par le protocole de communication, il peut avoir la sensation d'être censuré.

La liberté du joueur au sein de la narration interactive est donc composée de deux éléments. D'une part des possibilités d'agir pour le joueur, lui permettant de s'exprimer et de communiquer ses choix au jeu vidéo, et d'autre part des effets possibles sur la narration. **Chaque action est alors assignée à un effet ou à une absence d'effet**. La liberté du joueur au sein de la narration interactive est donc définie par la taille de ces deux ensembles et par la complexité des branchements entre eux. En effet, plus la liberté augmente et plus cette complexité doit être grande. **L'auteur doit donc prévoir des interconnexions en série** tout en assurant la cohérence globale de la narration. Il est donc normal d'aborder cette complexité narrative pour comprendre les verrous rencontrés par les créateurs.

### 3.4.4 Complexité narrative

Lorsqu'il conçoit une narration interactive, un auteur a à sa disposition les deux composantes que nous avons précédemment vu : le gameplay et la narration diégétique. Le gameplay représente **les effets directs** associables aux actions du joueur. Ils sont la contrepartie immédiate des actions du joueur et sont associés au jeu, à la résolution des objectifs. C'est ici un premier niveau de complexité : la définition des actions physiques du joueur, des éléments de gameplay et de leur interconnexion. A ce niveau peut donc se rajouter la narration diégétique comme effet indirect. Les effets de gameplay peuvent en effet être eux même **interconnectés avec les effets indirects**. Une très faible interconnexion nous ramène ici dans le cadre d'une narration parallèle où des jalons particuliers déclenchent des scènes narratives. Et plus l'interconnexion entre ces deux ensembles sera grande, plus le gameplay et la narration diégétique se mélangeront.

Si la fragilité de l'immersion du joueur est souvent due à la pauvreté de ces interconnexions, il faut tenir compte de la **complexité de la description d'une narration et des traitements associés**. Dans la plupart des cas, ces comportements sont volontairement limités par les équipes de conception au strict minimum permettant de proposer une expérience correcte pour un coût, de temps et d'argent, acceptable. De plus, au regard des budgets utilisés lors des développement des jeux, **une volonté est de limiter la conception à ce qui sera vu par le joueur**. La conception de la narration interactive n'est qu'une étape dans un processus création. La création des éléments artistiques, tels que les graphismes ou les sons, et des éléments logiciels, moteur graphique ou règles, engendrent des coûts colossaux. Les systèmes de réponses sont conçus pour maintenir les règles de l'univers tel qu'il a été conçu.

Ce système devrait être étendu de manière à ne pas seulement répondre selon l'action, mais également **selon le contexte de celle-ci**. Il faut ici, et c'est la tendance actuelle, viser le plaisir de **rejouabilité** du jeu. Par exemple, j'évolue dans un jeu d'aventure et je cherche une première fois à avoir un comportement pacifique envers les personnages non-joueurs. Je peux rejouer en cherchant la bagarre. Le système doit pouvoir alors proposer une expérience différente, sans engendrer un chamboulement total, permettant ainsi une réutilisation des composants artistiques(animations, sons, ...). Mais si le problème de coût peut être résolu, **la complexité des combinaisons** qui deviennent alors possible augmente. Il devient alors difficile pour l'auteur de garantir la qualité de tous les scénarios possibles.

Il s'agit en effet de considérer **la qualité** d'un jeu en développement comme **un ensemble de possibilités**. Chaque scénario supplémentaire doit s'intégrer à l'ensemble des chemins pouvant mener à lui. Cette phase de conception de la narration est rendue indispensable par **l'absence de l'auteu**r du processus de création. Il ne peut que proposer un ensemble de possibilités calculables.

Nous avons maintenant une vision **statique** de la narration interactive (cf figure 3.11). Partitionnée en gameplay et en narration diégétique, elle produit un récit par succession d'effets d'une des deux parties sous la direction des actions du joueur. **Le récit produit est alors l'œuvre que le joueur expérimente**. L'auteur est le gardien de la qualité à la fois de l'œuvre produite, mais également de l'expérience ressentie lors de sa création.

## 3.5 Conclusion

Nous avons identifié deux niveaux de narration possibles pour le jeu vidéo :

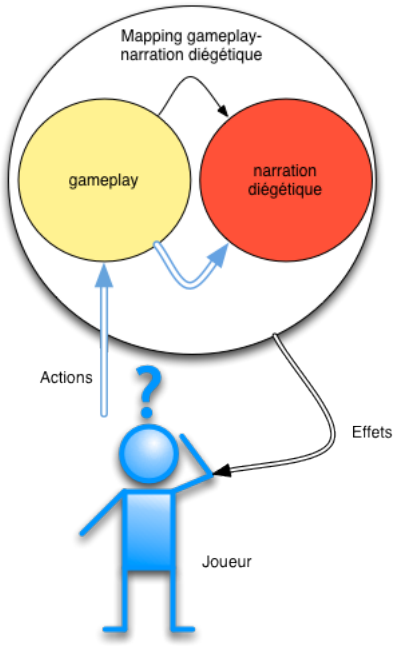


FIGURE 3.11 – Le joueur au sein de la narration interactive.

1. **Narration ludique** : lié au jeu et à ses règles, elle est formée des revirements de situations et obstacles qui sont opposés au joueur lors d'une partie ;
2. **Narration diégétique** : cette seconde dimension de narration rejoint celle de la narration littéraire classique : le joueur expérimente un monde fictif pour y vivre des aventures.

La composition de ces deux aspects forme la narration globale d'une expérience de jeu. Ils peuvent être liés mais seul le premier est indispensable. Cette vision est une abstraction du contenu d'un jeu vidéo : si le jeu vidéo est composé d'éléments narratifs, ils n'en sont pas l'unique aspect. Ainsi le jeu vidéo est toujours formé d'au moins une dimension narrative, la narration ludique, mais peut être enrichie par la narration diégétique.

Sous cet angle, la création du contenu d'un jeu peut donc être assimilé à la création d'une narration. **Le contrôle de l'auteur sur le contenu du jeu** et sur l'expérience du joueur **équivaut au contrôle de la narration vécue par le joueur**. Si cette narration partage des caractéristiques communes avec la narration classique, comme la nécessité du maintien d'une tension narrative, elle en diverge sur sa forme. L'auteur n'est plus seul à décider du déroulement des évènements, le joueur doit avoir une certaine liberté et une influence quant à leurs occurrences.

L'analyse que nous venons de réaliser sur les problématiques inhérentes à la conception d'une narration interactive nous permet désormais de structurer quelques critères de qualité de la narration interactive. **Ces critères de qualité visent tous à permettre de garantir un équilibre de la co-création du récit**, tel que nous venons de le décrire dans ce chapitre. Équilibrer la co-création consiste à proposer un système dans lequel et l'auteur et le public partagent la responsabilité de construction du récit.

Sur cette base, nous énoncons les 4 critères suivants ;

1. **Augmentation de l'espace d'interaction** : il s'agit ici de permettre au spect-acteur de réaliser son choix parmi un nombre important d'interactions.

2. **Conséquences narratives directes et indirectes** : le spectateur doit être en mesure d'agir librement sur les différentes interactions et doit sentir une corrélation forte entre les actions qu'il réalise et le déroulement du récit.
3. **Intérêt du récit** : Le système doit permettre de maintenir un certain nombre de propriétés sur la qualité du récit. Il peut s'agir de propriétés structurelles ou de propriétés quantifiables sur les valeurs par exemple de tension narrative. Ces propriétés font alors référence aux nombreux travaux des narratologues.
4. **Complexité narrative** : S'il est évident que dans bien des cas, l'espace de choix proposé au joueur reste limité en raison de la problématique de gestion de la complexité de l'arborescence narrative, il est tout de même important de considérer l'amélioration de cette question comme un objectif central. En effet, la capacité du système à représenter et gérer une arborescence de grande taille permettra d'immerger le spect-acteur dans une narration plus complexe et potentiellement plus intéressante.

# Chapitre 4

# Approches existantes

---

Dans le chapitre précédent, nous avons soulevé **les problématiques inhérentes à la conception et la mise en œuvre** de la narration interactive dans le cadre des jeux-vidéo. Lors de la conception, il s'agit pour les auteurs d'offrir un espace de liberté maximal aux joueurs. Cet espace est délimité par deux paramètres :

- **Les choix et alternatives** laissées à l'appréciation du **joueur**, ceux-ci forment alors les moyens de déplacement du joueur dans l'espace narratif ;
- **Les éléments narratifs** que l'auteur souhaite faire expérimenter au joueur, avec plus ou moins de garanties quant à leur rencontre effective lors d'une partie.

La création de la narration interactive est donc un premier enjeu puisque déjà **la tension entre auteur et joueur** sur le déroulé de l'histoire s'y exprime. Mais cette tension se prolonge jusqu'à l'exécution de la narration interactive, puisque c'est à ce moment précis que **les décisions narratives doivent-être tranchées** en fonction des directives de l'auteur et du joueur. Dans ce chapitre nous souhaitons donc parcourir les travaux proposant des solutions pour adresser ces thématiques. Nous allons donc ici en présenter un **état de l'art.**

L'intégration d'un système narratif dans un contexte interactif nécessite d'être en mesure de **représenter les éléments de l'histoire ou du récit de manière formelle** et manipulable automatiquement. Ainsi, *Brenda Laurel*, chercheuse et écrivaine américaine actuellement professeur au *"College of the Arts"* en Californie, a proposé dès 1986 [Lau86] d'utiliser **l'informatique comme lieu de représentation d'œuvres fictionnelles**. Ses recherches portent sur la narration interactive, les interfaces homme-machine et l'impact culturel des technologies. Elle identifie en 1991 [Lau91] la possibilité d'utiliser les ordinateurs pour générer des pièces de théâtre. Elle est également la première à **proposer d'utiliser l'arc dramatique d'Aristote** comme base pour les représentations interactives.

D'autres travaux ont alors suivis ceux de *B. Laurel*. Nous avons évoqué précédemment des critères relatifs à la notion de qualité de la narration interactive. Ainsi nous avons cité :

- **Un espace d'interaction suffisant** ;
- Une narration permettant des **conséquences narratives directes et indirectes** à partir des actions de l'utilisateur ;
- **L'intérêt du récit**, c'est à dire la vérification d'un certain nombre de propriétés sur l'œuvre produite ;
- La prise en compte de la **complexité narrative** par un modèle adéquat.

Nous allons maintenant dérouler un état de l'art des approches existantes **au regard de ces critères** que nous avons identifiés. Les problématiques de représentation et de gestion de la narration interactive, dans l'objectif d'un **accroissement de la qualité du récit produit**, ont été largement étudiées. Ainsi, ces études ont donné lieu à de nombreux travaux que nous allons décrire dans ce chapitre. Nous traitons ici uniquement **des approches permettant de construire dynamiquement une narration interactive** et d'en **garantir la qualité** en dépit de la contrainte représentée par les actions possibles du joueur.

Dans l'ensemble de ces travaux, la volonté des auteurs est de permettre la mise en action d'une narration interactive de qualité. Plusieurs axes de classification sont envisageables au regard des thématiques qui nous concernent dans ce travail :

- **L'analyse et le contrôle de l'exécution** sont ils globaux ou locaux aux agents/acteurs ?
- **Les propriétés vérifiées** sont elles structurelles ou qualitatives ? Définies automatiquement ou spécifiées par l'auteur ?
- **La structure narrative** est-elle décidée par l'auteur ou générée automatiquement ?
- **Les agents narratifs** sont ils fortement autonomes ou influencés par l'état du récit en cours ?

L'ensemble de ces questions peut nous amener à choisir une classification différente. Dans le cadre de la nécessité de présenter ces contenus linéairement, nous choisissons une **classification liée au type de contrôle appliqué à la narration**. Ainsi nous explorons d'une part les approches basées sur un contrôle global dans lesquelles un système auteur est en charge de la gestion de la trame scénaristique au regard d'un ensemble de propriétés. Nous avons dénommé précédemment ces approches **les approches scénaristiques**. D'autre part nous présentons également les approches basées sur un ensemble d'agents ayant chacun une responsabilité locale dans le déroulement global de la narration. Nous avons déjà cité ces approches comme **les approches agents**. Enfin, nous montrons que certaines approches abordent le problème de manière hybride.

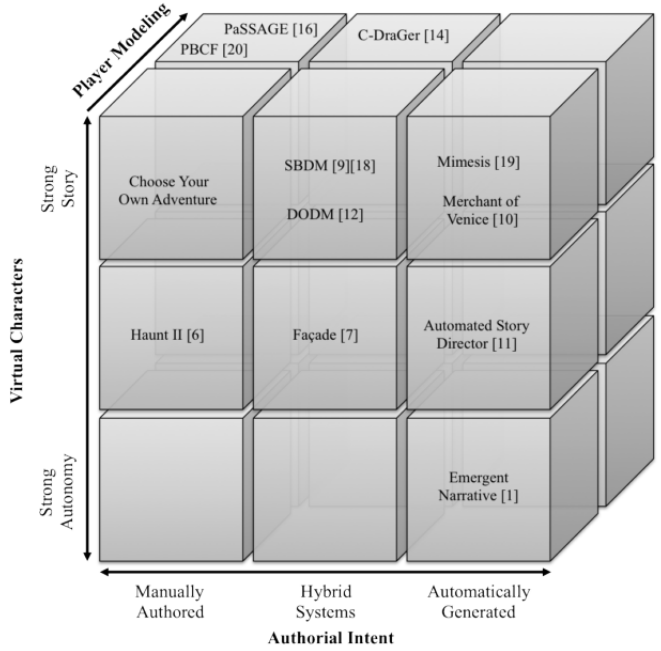


FIGURE 4.1 – Classification à trois axes du panorama de la narration interactive par [RB13].

La multiplicité des critères mis en jeu ne rend pas aisé une représentation graphique de ceux-ci. Par exemple, une représentation sur un plan ne permettrait de positionner les approches que par rapport à deux critères. [RB13] propose une classification à trois axes (cf. fig 4.1) permettant ainsi de positionner plus finement les approches les unes par rapport aux autres,. Le panorama créé par un tel classement des propriétés des approches ne peut être exhaustif. Cependant il permet de mettre en valeur les axes représentés et une comparaison entre approches.

Ainsi, préoccupés par le souci de représenter l'ensemble des critères définis précédemment, nous proposons d'analyser et de positionner les approches de cet état de l'art sous la forme d'une représentation *multi-dimensionnelle* (cf. figure 4.2). Celle-ci nous permet ainsi d'exprimer cinq critères d'évaluation des approches.

Tout d'abord nous classifions **le type de contrôle appliqué sur la narration interactive**. Celui-ci peut être **local**, c'est à dire que les agents embarquent une logique décisionnaire leur permettant de réagir aux interactions de leur environnement, ou bien **global**, les choix narratifs sont dirigés par un modèle central omnipotent sur la narration. Ces possibilités n'étant pas mutuellement exclusives, le contrôle peut mettre en jeu des éléments de ces deux approches, il est alors dénoté **hybride**.

Le contrôle est ainsi fortement corrélé à **l'autonomie des agents**. Si ce premier dénote la localisation du système décisionnaire, l'autonomie représente le niveau informationnel. **Le vecteur d'états** de la narration en cours peut être ainsi **local** à chaque agent, celui-ci ne pouvant dès lors connaître l'ensemble du parcours du joueur, ou bien celui-ci est **mutualisé au niveau de l'histoire** et permet de guider la décision de tous les agents au du scénario. La classification **hybride** dénote encore une fois les approches utilisant des aspects de ces deux niveaux.

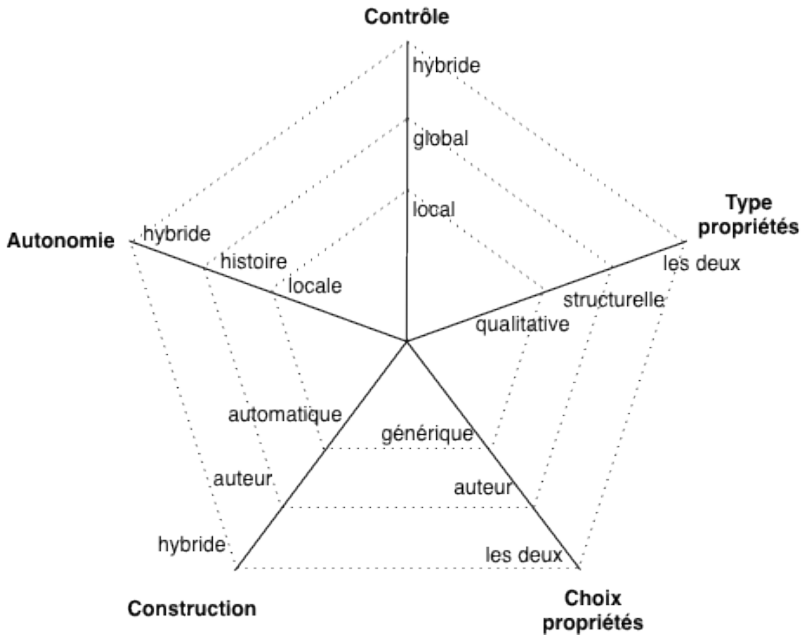


FIGURE 4.2 – Représentation multi-dimensionnelle des approches de narration interactive.

Le troisième élément que nous relevons est **la responsabilité de la construction narrative**. Ce critère nous permet de connaitre qui est en charge de l'élaboration de la structure narrative. Celle-ci peut être de la responsabilité d'un auteur, ce dernier spécifiant alors les évènements qui vont prendre place lors de la narration, ou bien être **générée automatiquement** par un système agis-

sant selon des modèles fournis. **Une construction narrative hybride** suppose que l'auteur spécifie un sous-ensemble des évènements qui est complété par des éléments d'un système automatique.

Nos deux derniers critères concernent l'évaluation, et **le maintien de la qualité et de l'intérêt** de l'œuvre qui est produite. Nous avons identifié tout d'abord trois types de propriétés. Les approches pour la narration interactive peuvent ainsi vérifier le récit produit selon des **propriétés qualitatives**, telle que l'impact sur le joueur ou son intérêt, ou **structurelle**, assurant ainsi que le récit créé est bien formé. Encore une fois ces deux types de propriétés ne sont pas exclusives et nous proposons donc de dénoter à part les travaux vérifiant à la fois des propriétés qualitatives et structurelles.

**La sélection des propriétés** à vérifier et à appliquer est le dernier critère que nous relevons. Celui-ci nous permet, pour chacun des travaux, de mettre en avant si les propriétés sont **génériques**, et donc imposées quel que soit le récit en construction, ou bien si **l'auteur a la possibilité d'exprimer lui-même des propriétés** qu'il souhaite voir respecter dans le récit.

**Organisation du chapitre** Dans ce chapitre nous analysons les différentes approches de systèmes de gestion et d'analyse de narrations interactives proposées dans la littérature. La classification réalisée ici consiste à **différentier des approches basées sur des structures de scénario** de celles dont le contenu narratif se construit dynamiquement sur la base de **systèmes multi-agents**. Cette classification permet enfin de mettre en avant des **approches hybrides** pour lesquelles une trame scénaristique globale est maintenue sur la base d'une génération dynamique au travers d'un système basé sur des agents. L'ensemble des analyses d'approches existantes est relaté au travers du prisme des problématiques, liées à la narration interactive, posées dans le chapitre précédent. Nous terminerons ce chapitre sur un **positionnement de notre approche** développée dans cette thèse par rapport à celles présentées tout au long du chapitre.

## 4.1 Approches scénaristiques

L'une des problématiques majeure de la gestion d'une narration interactive est d'en **garantir la qualité au regard d'un ensemble de propriétés** fondamentales pour une structure attendue. Dans ce cadre, deux possibilités peuvent être explorées :

- D'une part, **l'arborescence du scénario peut être vérifiée avant exécution** pour s'assurer de la cohérence des évènements en fonction des possibilités laissées au joueur ;
- D'autre part, une autre approche consiste à construire **un système de supervision du déroulé du scénario global en cours d'exécution**.

Nous abordons ici ces deux approches dans les travaux ayant été menés sur ce type de structuration.

### 4.1.1 Supervision globale de la narration

#### 4.1.1.1 Une approche de validation de scénario basée sur les réseaux de Petri

Dans [NV03], il est proposé une approche formelle pour l'analyse et la spécification des jeux-vidéo. Leur méthode permet d'assurer **la cohérence scénaristique d'épisodes atomiques sur la**

**base de sous-réseaux de Petri**. En **combinant** ces épisodes cohérents ils créent une mission qu'ils assurent cohérente grâce à un **ensemble de règles de transformation**. Ils continuent de combiner des parties de scénario jusqu'à obtenir le niveau de granularité désiré. Le scénario obtenu est garanti cohérent par **la cohérence des éléments de bases et les règles de transformations**.

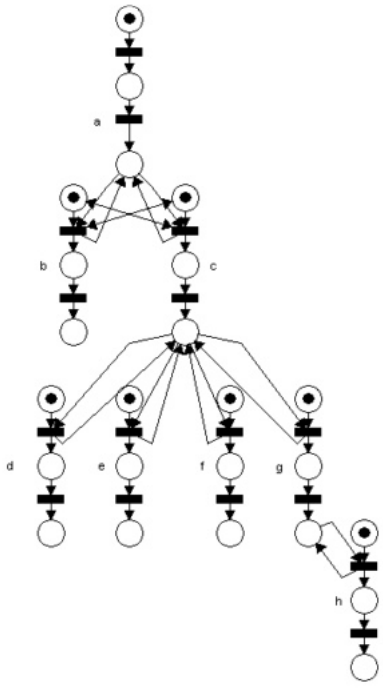


FIGURE 4.3 – Exemple de réseau de Petri modélisant le premier niveau de Silent Hill 2.

Dans cette approche, l'objectif est de réaliser une modélisation des relations spatio-temporelles au sein d'un jeu. **Le gameplay et les règles** d'interaction sont représentés sur la base de réseaux de *Petri* (cf. figure 4.28). La topologie des niveaux est représentée par des hypergraphes (cf. figure 4.4). Ici, distinction est faite entre le **game design** et le **level design**. En effet les réseaux de Petri peuvent aider à la représentation du game design alors que les hypergraphes vont permettre la conception des niveaux lors de la phase de *Level Design*. **Les réseaux de *Petri* sont utilisés pour représenter les enchainements possibles d'actions**.

Les auteurs proposent de **combiner les deux modèles au travers de connexions** ; ces dernières permettent de représenter les passages d'un niveau à l'autre par une action du jeu. Ainsi les vertices de l'hypergraphe sont elles reliées par des transactions représentant une évolution du réseau de Petri. Ces modélisations peuvent alors être utilisées pour réaliser des analyses formelles du déroulement d'une partie. Il s'agit d'un modèle de la structure globale du jeu.

Les apports de cette approche sont les suivants :

1. **Proposition d'un modèle de la logique du jeu** sous la forme de réseau de Petri ;
2. **Modélisation de la topologie des niveaux** en hypergraphes ;
3. **Lien entre les deux modèles** au travers de *"connexions"* permettant de représenter l'évolution spatiale du joueur en fonction des actions qu'il entreprend.

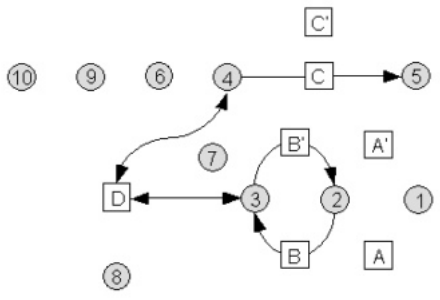


FIGURE 4.4 – Représentation d'une configuration topologique par hypergraphes.

**Analyse** **La modélisation spatiale** d'un jeu est un apport majeur qu'il est relativement rare de retrouver dans une modélisation de la narration interactive. Cependant celle-ci impose une **double modélisation**, réseau de Petri pour les évènements du récit et hypergraphe pour la topologie, mettant ainsi beaucoup de formalisme en jeu. Ceux-ci peuvent être un frein pour l'adoption de la méthodologie par les auteurs. De plus les réseaux de Petri vont permettre de **vérifier la forme des récits possibles** mais laissent de coté la vérification de propriétés de qualité. Ainsi ces travaux se positionnent clairement dans la **phase de conception** plutôt qu'au contrôle en ligne, ils vont ainsi permettre aux designers d'effectuer des vérifications formelles dans un outil de conception.

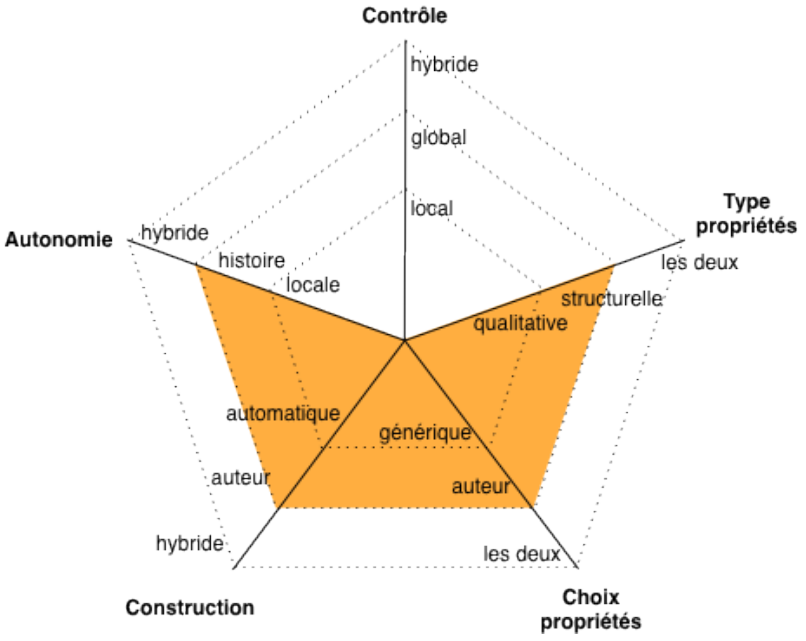


FIGURE 4.5 – Projection de l'approche [NV03] sur notre représentation multi-dimensionnelle.

#### 4.1.1.2 Analyse dynamique des propriétés de la courbe d'intensité dramatique

Lors de travaux précédents au laboratoire L3I, nous avons proposé une méthode de **vérification de propriétés lors de l'exécution** d'une architecture de narration interactive[RPE+09]. Cette méthode repose sur une **modélisation formelle du scénario par un réseau d'automates temporisés** et une **vérification dynamique de la qualité de l'exécution** de celui-ci.

Chaque entité du scénario est représentée par une extension des automates à entrées/sorties. Cette extension repose sur l'ajout d'un ensemble de quantificateurs permettant de représenter des paramètres d'évaluation de la qualité d'exécution du scénario. Ainsi, l'automate de la figure 4.6 représente le comportement d'un personnage non-joueur dans le jeu prototype *L3I Life*. Ce modèle à états permet au concepteur du scénario de représenter **l'évolution des entités en fonction des actions de l'utilisateur** ou des évènements scénaristiques possibles. Le réseau d'automate formé, par la conjonction des automates de chacune de ces entités, représente alors un modèle du scénario interactif.

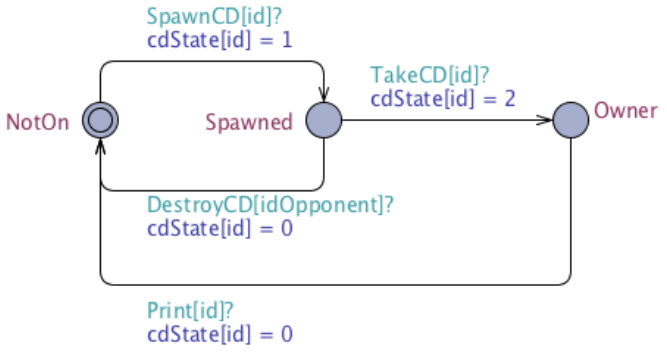


FIGURE 4.6 – Exemple d'un automate étendu représentant une entité de la narration.

Nous produisons alors un modèle **d'évolution des quantificateurs** au cours de l'exécution sous forme de courbe discrétisée (cf. figure 4.7). Cette courbe représente une exécution de qualité pour l'évolution d'un des quantificateurs. Il peut s'agir de l'évolution de la tension dramatique ou des situations de concurrence pour l'obtention d'une ressource nécessaire au joueur. Le niveau d'intensité dramatique au cours de l'exécution correspond à **la somme des pondérations de l'intensité dramatique** des évènements qui ont mené à l'état courant. L'intensité dramatique courante est alors comparée à celle attendue dans la courbe d'évolution pour déterminer si l'exécution correspond à ce qu'elle devrait être.

En cours d'exécution, le contrôle consiste à **produire les évènements permettant d'atteindre la valeur de l'intensité dramatique attendue**. Le choix des événements se fait par une analyse d'accessibilité sur le réseau d'automates quantifiés. Cette étape, que nous appelons **contrôle** utilise des algorithmes d'**analyse d'accessibilité** implémentés dans l'outil *Uppaal*. Pour ce faire nous exprimons **une propriété en logique temporelle** correspondant à la **non-accessibilité d'un état où les quantificateurs ont la valeur attendue** telle que décrite dans les courbes. **La trace de contre-exemple** retournée par le vérificateur formel d'*Uppaal*, nommé *verifyta*, correspond alors au chemin à suivre dans le scénario pour atteindre le niveau désiré d'intensité dramatique. L'objectif de cette analyse est de garantir la qualité du scénario qui est proposé.

Les apports sont les suivants :

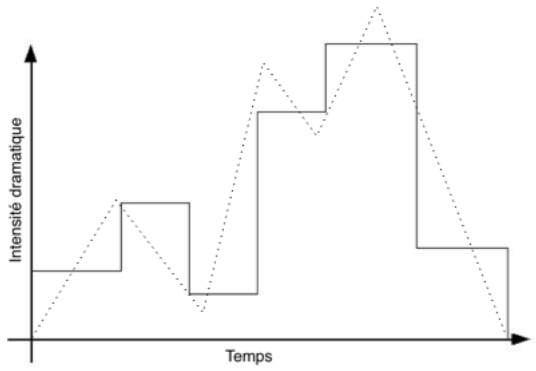


FIGURE 4.7 – Arc dramatique discrétisé

1. **Modélisation de la structure narrative** sous forme d'automates étendus incorporant des quantificateurs ;
2. Modélisation d'**objectifs de qualité** sur les quantificateurs ;
3. **Vérification de propriété** par model-checking hors-ligne sur le modèle
4. **Contrôle en ligne** du modèle selon les objectifs par analyse d'accessibilité.

**Analyse** Basé sur le formalisme des **réseaux d'automates**, cette approche permet la modélisation du scénario et l'attribution à chaque évènement d'une pondération de quantificateurs définis. Bien que les automates soient un formalisme particulier, leur expression se rapproche des diagrammes états-transitions que certains auteurs manipulent régulièrement lors de conceptions de narration interactive. Ce modèle est non seulement **structurel**, permettant la modélisation des enchainements d'évènements possibles, mais également **qualitatif**, exprimant les évolutions de quantificateurs définis par l'auteur. Le model-checking permet de **vérifier des propriétés hors-ligne**, pour s'assurer de la validité du modèle, **et en ligne** afin de piloter le scénario. Des objectifs de qualité sont exprimés permettant de lancer des recherches de chemin ramenant le récit dans leurs bornes si celui-ci en sort.

### 4.1.2 Architectures de pilotage structurel de la narration interactive

#### 4.1.2.1 Pilotage d'une narration interactive

Dans [DCA07, DCA10], les auteurs, appartenant au laboratoire L3I, proposent une nouvelle approche du récit interactif : il s'agit d'une rupture avec la classique opposition entre interaction et récit en s'inspirant d'autres formes de jeux non-numériques. Ces travaux proposent **une architecture logicielle permettant le pilotage du jeu basé sur une observation, une analyse et une décision à partir d'une modélisation du récit**.

L'architecture proposée ici permet de réaliser une analyse dynamique du récit afin de **prévoir le chemin à emprunter**. Cette architecture (cf. figure 4.9) est structurée autour des agents suivants :

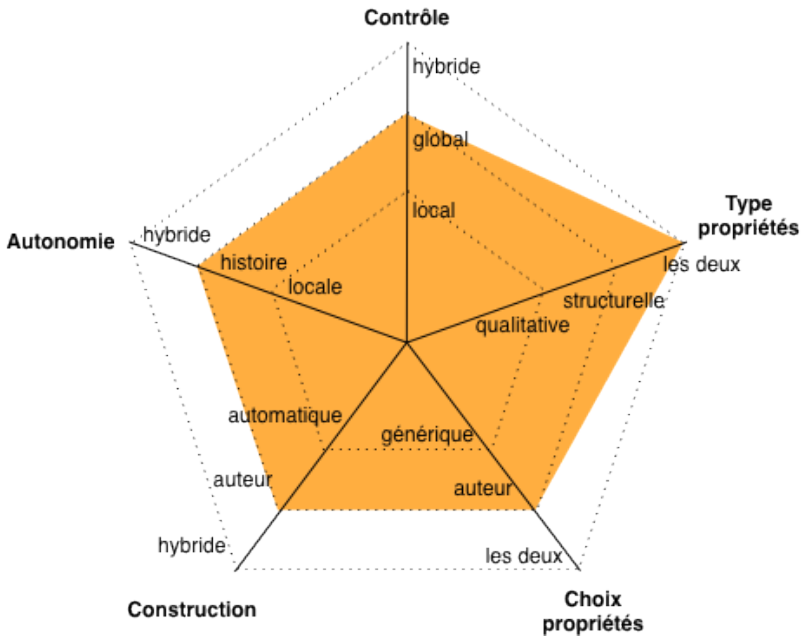


FIGURE 4.8 – Projection de l'approche [RPE+09] sur notre représentation multi-dimensionnelle.

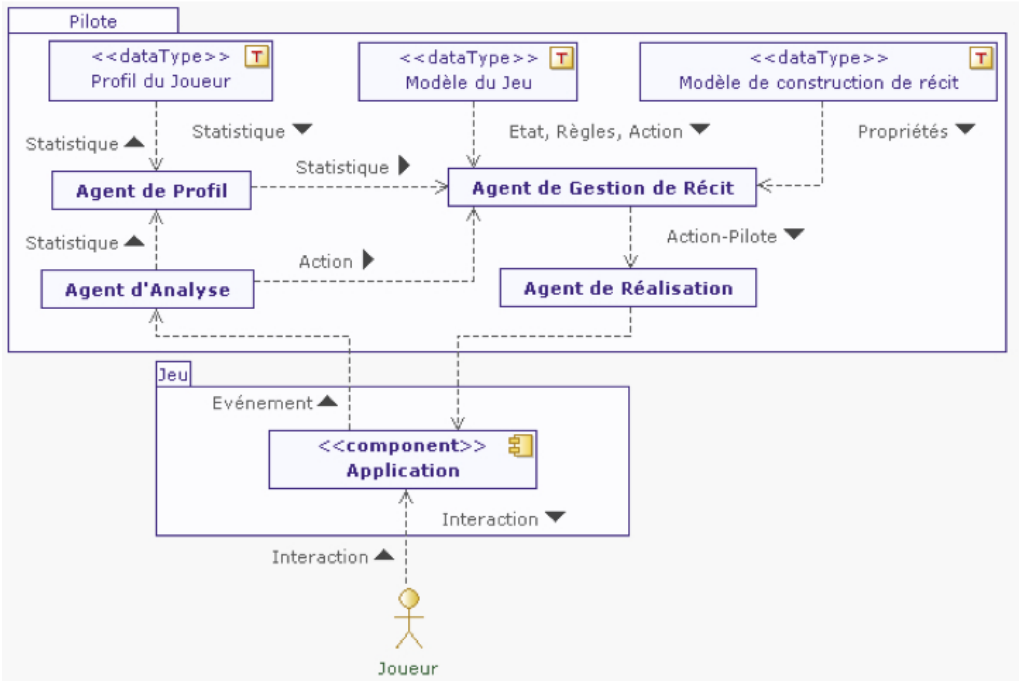


FIGURE 4.9 – Architecture de pilotage de narration.

– Agent **analyse** : recherche les actions correspondantes à un évènements
– Agent **profil** : maintien d'un profil de l'utilisateur en fonction des messages observés
– Agent **gestion du récit** : mise à jour de l'état du jeu et sélection d'un récit parmi ceux possibles
– Agent **réalisation** : réalise les consignes détaillées dans une action

La modélisation repose sur la structure narrative énonce par *Joseph Campbell*, *le voyage du héros*, et est représentée sous la forme présentée à la figure 4.10.

Cette approche propose **une étude des structures narratives** telles que définies par les narratologues (voyage du héros, fonctions de Propp, Barthes), et a été appliquée à la narration interactive au travers de **méthodes narratives proches du jeu de rôle** : le récit est formé par les interactions entre les personnages joueur et non joueur. Le parallèle avec les jeux de rôle est étendu puisque le **partitionnement entre maitre du jeu et participant** est également représenté. Ainsi le maitre du jeu a le rôle de sachant, possédant la connaissance des **règles du jeu et des structures de récits** à produire. Enfin, les profils des joueurs permettent d'**adapter l'histoire** en fonction des goûts pré-établis de ceux-ci.

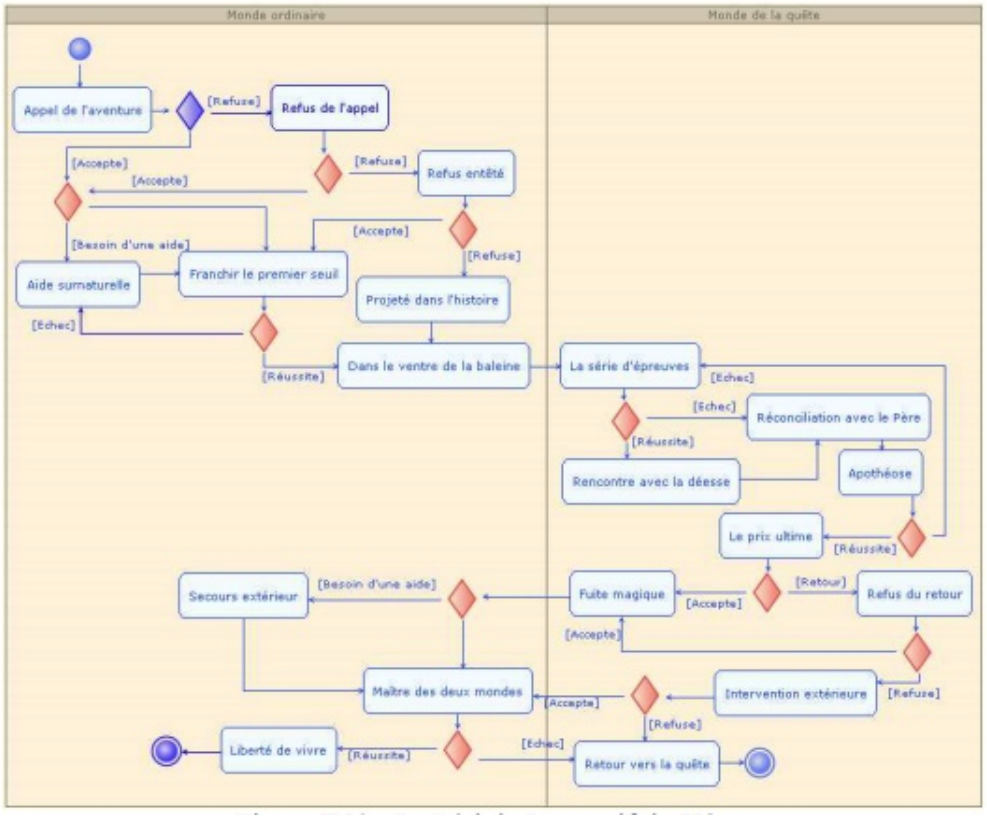


FIGURE 4.10 – Modélisation du voyage du héros

L'approche proposée a été appliquée dans les contextes suivants :

– **Cour d'école** : prototype d'interactions positives / négatives avec modélisation des entités sous Jade ;
– **Tetris adaptatif** : augmentation de la difficulté selon la courbe d'intensité dramatique ;
– **Pilotage robot Aibo** : Plusieurs activités atomiques peuvent s'enchainer (donner la patte, marcher, jouer, . . . ) ;

– **Modélisation de séquences d'activités** en fonction de la réponse de l'utilisateur aux actions.

Les apports de cette approche sont :

1. L'étude du **paradigme de la narration interactive** en s'appuyant sur le récit traditionnel et sur le jeu de rôle "papier" pour dégager les enjeux de la narration interactive ;
2. La proposition d'un **système de modélisation et d'exécution de la narration interactive** ;
3. **La modélisation par réaction aux évènements** du jeu : une action implique des conséquences ;
4. La supervision de l'exécution par la **sélection des conséquences en fonction des actions** et par sélection du **"meilleur chemin"** au regard d'une constante définie (arc dramatique).

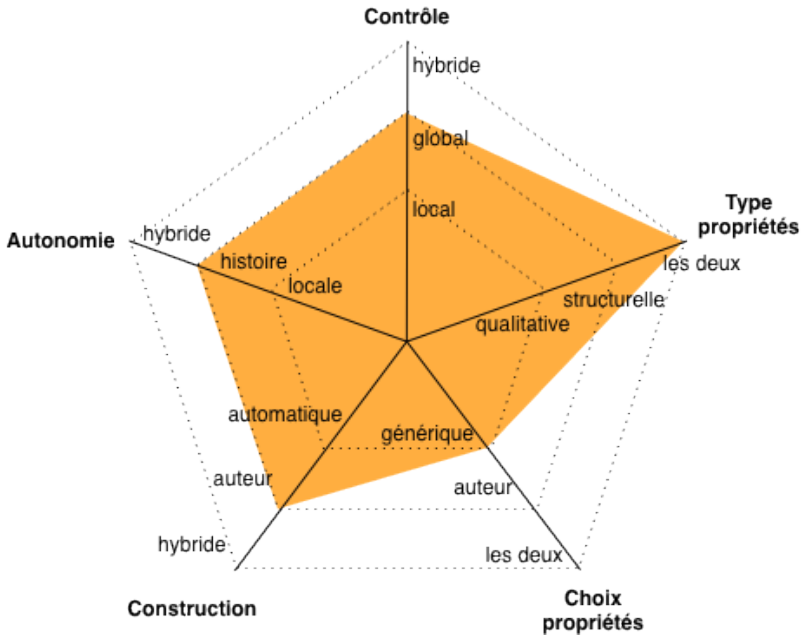


FIGURE 4.11 – Projection de l'approche [DCA07, DCA10] sur notre représentation multi-dimensionnelle.

**Analyse** La modélisation proposée est adaptée à ce qu'**un auteur** peut manipuler. En effet celui-ci peut écrire un cadre narratif sous la forme d'un ensemble d'**actions entrainant un ou des conséquences**. Bien que l'ensemble des règles doivent-être décrites **extensivement**, l'implémentation d'un **éditeur de graphe pour le pilotage de scénario** accompagne les auteurs dans leur démarche. Ce rapprochement de la narration interactive du paradigme du récit traditionnel est possible par une **étude détaillée des travaux littéraires et notamment narratologiques**.

#### 4.1.2.2 Système de planification de la narration interactive

Le *Liquid Narrative Group* propose une autre méthode de narration interactive **à base de système auteur**. Ce système est connecté à un moteur 3D, *Unreal Engine*, pour présenter le résultat de la narration tout en répondant aux interactions du joueur [YR05].

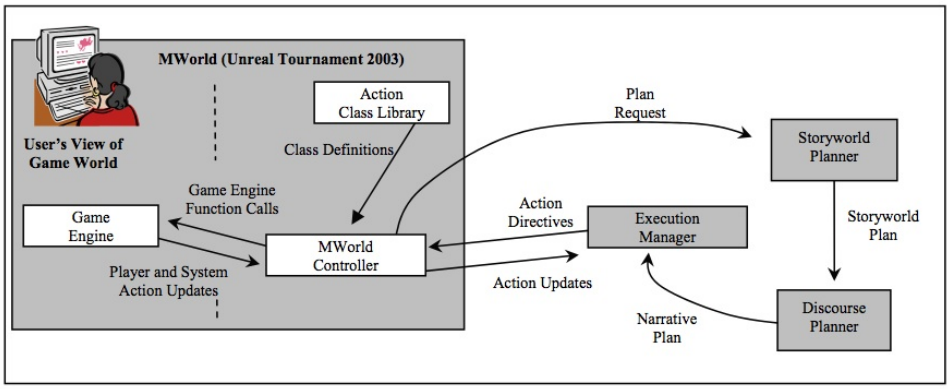


FIGURE 4.12 – Architecture du système Mimesis

Ainsi, le système MIMESIS proposé dans cette approche se base sur cinq composants suivants (cf. figure 4.12) :

- **Le contrôleur** (MC) **gère la coordination entre l'ensemble des services de l'architecture** au travers d'une connexion de type sockets ;
- **Le planificateur** est chargé de traiter les demandes de plan narratif initiées par le moteur du jeu. Une demande de plan comporte trois éléments. Tout d'abord, il contient un **codage de tous les aspects pertinents** de la situation de jeu actuel. Deuxièmement, se base sur une **bibliothèque prédéfinie d'actions** qui peuvent être utilisées par le planificateur d'histoire afin de composer des séquences d'action. Enfin, il contient un **ensemble d'objectifs pour le plan**, qui est une liste de conditions dans le jeu qui doivent être remplies après l'exécution de ce même plan ;
- **Le planificateur de discours** envoie **le plan narrati**f au **gestionnaire de l'exécution**, le composant chargé de conduire l'action de l'histoire. Le gestionnaire d'exécution construit un diagramme orienté acyclique (DAG) dont les nœuds représentent des actions individuelles dans le plan et dont les arcs représentent des contraintes temporelles entre les ordres des actions ;
- **Le gestionnaire de l'exécution** supprime de manière itérative un nœud d'action dans le DAG, **envoie un message au moteur de jeu** qui déclenche l'exécution de l'action, et met à jour le DAG pour représenter l'état de toutes les actions qui sont en cours d'exécution ou qui ont récemment terminées leur exécution.
- Le **MWorld** comprend trois éléments : **le moteur du jeu**, **le contrôle de communication** entre le MWorld et les autres composantes de Mimesis et **les classes d'actions**, les définitions des classes qui spécifient les comportements de chaque opérateur d'action représentées au sein de l'histoire et les planificateurs du discours. Lorsque le MWorld reçoit un message du gestionnaire l'exécution pour diriger une action individuelle à exécuter dans le monde du jeu, il extrait le nom de la chaîne de l'action du message et mappe le nom sur une classe d'action spécifique.

Un exemple de DAG est présent à la figure 4.13.

Les apports de cette approche sont :

1. **Système de supervision multi-agents**, les fonctionnalités du système sont réparties sur ces agents ;
2. Modélisation de la narration par **situations**, format un sous-cadre narratif plus aisément contrôlable. Les situations sont post et pre conditionnées permettant l'entrée et la sortie dans des états connus ;

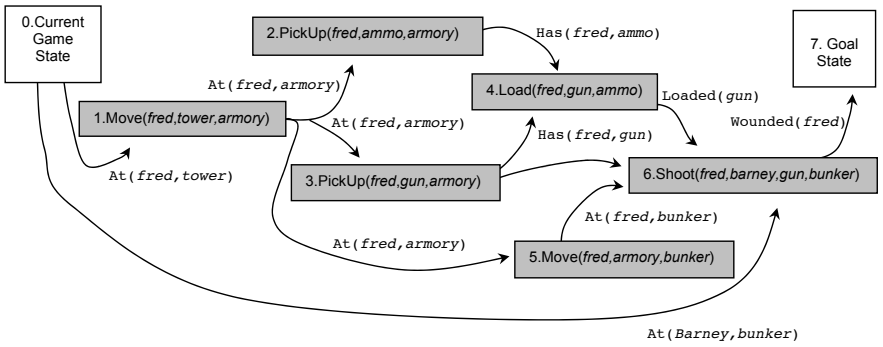


FIGURE 4.13 – Exemple de graphe orienté acyclique utilisé dans Mimesis

3. Contrôle par objectifs sur la narration globale ;
4. Méthode de **contrôle du théâtre virtuel** et utilisation d'un moteur de jeu professionnel (Unreal Engine).

**Analyse** Le système Mimesis, par le découpage en agents de son système de contrôle, met en avant **les différentes processus nécessaires** à la mise en œuvre d'une narration interactive. Tout d'abord il est indispensable d'**observer** l'univers virtuel, à la fois pour obtenir les évènements **en provenance du joueur** mais également ceux **produits spontanément par l'univers**. En effet l'ensemble des évènements ne sont pas nécessairement générés par le système de contrôle et il est indispensable de maintenir à jour le modèle vis à vis de l'état du jeu. Cet aspect est traité par le **planificateur** dans Mimesis. **La prise en charge de la narration** est de la responsabilité du **gestionnaire d'exécution**. A partir des informations du **modèle** (situation courante, actions prédéfinies et objectifs) ce dernier construit un modèle intermédiaire, un graphe orienté acyclique, qu'il manipule afin de **produire les étapes suivantes du récit**. Celles-ci sont enfin transmises au jeu au travers d'un **contrôle de la communication**.

### Conclusion sur les approches scénaristiques

Les approches par système auteur sont basées sur **un système expert central** qui contrôle l'expérience de l'utilisateur en terme de structure narrative et/ou de qualité. **Ce système génère dynamiquement la narration finale qui correspond le mieux à l'utilisateur courant**. Cette forme d'approche a besoin de systèmes d'**observation** et de **décision**. La modélisation est également primordiale puisqu'elle guide la production des évènements. Cependant la centralisation du système impose la centralisation du modèle. Ainsi les modèles employés sont le plus souvent basés sur des logiques formelles permettant de représenter de manière concise les arborescences possibles du récit.

## 4.2 Approches basées sur des agents

Le but principal de ce type d'approche est de produire un système possédant à la fois **un grand nombre de possibilités narratives** ainsi que des réponses du systèmes aux actions de l'utilisateur.

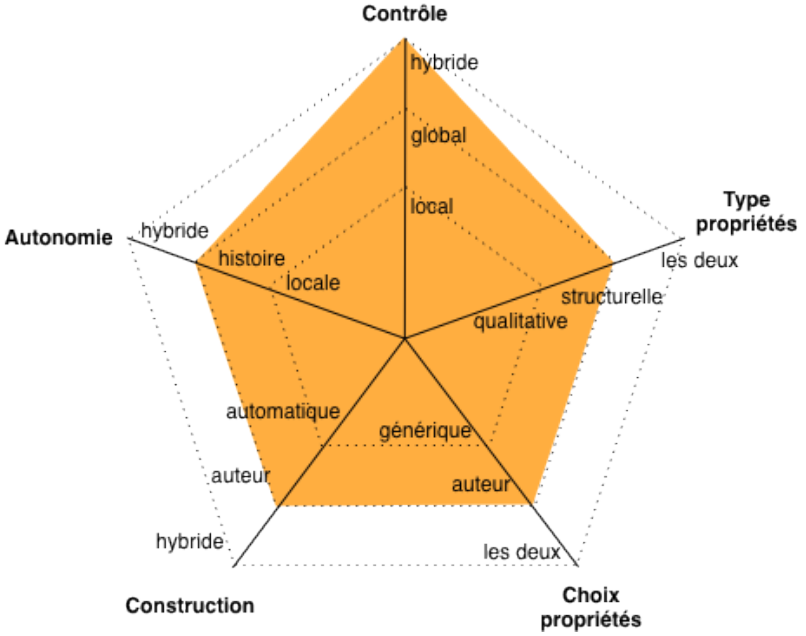


FIGURE 4.14 – Projection de l'approche [YR05] sur notre représentation multi-dimensionnelle.

Ainsi **le joueur devient un agent du système**. La complexité est adaptée entre les agents, de la même manière que dans **les systèmes multi-agents.**

### 4.2.1 Approche de scénarisation émergente basée sur la logique temporelle

La laboratoire L3i a également proposé des travaux dans ce domaine. Ainsi dans [CPE05], est proposé une **narration émergente** basée sur un système d'évènements. La décision de déclenchement des évènements est faite par **une analyse formelle du modèle de la narration** prenant en compte les actions du joueur et les conséquences associées dans le futur.

Il s'agit de réaliser **l'intégration des méthodologies formelles au sein du cycle de développement** d'un jeu pour assurer la qualité du design. La construction narrative se réalise ici de manière émergente pour les jeux mono-joueur.

L'approche proposée consiste alors en un système d'agents qui **analysent les évènements passés** du scénario pour prévoir les futurs possibles et **manipuler le script** afin d'en retirer les ramifications indésirables. Le modèle utilisé est **basé sur la logique linéaire** afin de permettre la validation d'un certain nombre de propriétés définies de manières génériques. Ces dernières permettront de **juger de la qualité du scénario** qui est construit de manière dynamique au cours du jeu.

Les propriétés vérifiées sur le scénario porte d'une part sur la **jouabilité**, et d'autre part sur la **pertinence** du scénario. Ces propriétés se définissent de la manière suivante :
- **Jouabilité** : Propriété vérifiant **sureté**, **accessibilité**, l'abscence de blcoage ou encore l'équité
- **Pertinence** :
  - **Impartialité** : les deux joueurs ont des chances équitables de gagner ;
  - **Complexité** : La victoire ne peut être après un nombre trop réduit d'évènements ;
  - **Concurrence** : Assure la mise en compétition des entités pour des ressources. Ces situations de concurrence rendent le jeu ludique. Il est possible de contrôler les événements des

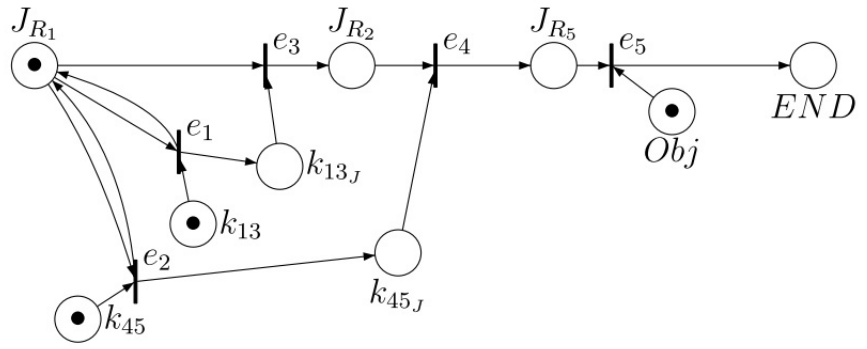


FIGURE 4.15 – Représentation du scénario sous la forme d'un réseau de Petri.

personnages non joueur pour créer ces situations.

Le modèle manipulé est construit à partir de réseaux de Petri dont un exemple est donné à la figure 4.15. Le système de contrôle, dont le processus de traitement est représenté à la figure 4.16, est proposé sous la forme d'un système multi-agent formé par trois agents. Le premier agent est **l'agent observateur**. Celui-ci prend en charge l'observation du jeu et des évènements qui s'y produisent. Le second agent est **l'agent analyste**, traitant les évènements et manipulant le modèle. Enfin **l'agent scénariste** prend en charge l'application des évènements à produire.

Les apports de cette méthode sont les suivants :

1. L'utilisation de la **logique linéaire**, celle-ci permet de vérifier la véracité d'une propriété, mais également de connaitre le chemin d'évènements qui amène à cette décision ;
2. **La dérivation de modèle et vérification de propriétés** sur les réseaux de Petri ;
3. **L'architecture de contrôle multi-agents** pour vérification de propriétés en ligne.

**Analyse** D'une part la **modélisation du scénario en logique linéaire** et sa transformation en réseau de Petri permet **une représentation globale du scénario en cours de réalisation**. D'autre part, cette modélisation permet u**ne analyse et une validation du modèle** au regard de ces propriétés. Comme nous l'avons déjà décrit, les réseaux de Petri sont une modélisation effective de la narration interactive, mais non applicable immédiatement pour les auteurs, le formalisme leur restant bien souvent hors de leur portée. La vérification des propriétés hors-ligne, ainsi que l'extension théorique à la vérification en-ligne, permet de **couvrir l'espace de création et d'exécution de la narration interactive**, mais les propriétés écrites en logique linéaire sont là aussi un frein à la manipulation de tels modèles par les auteurs.

#### 4.2.1.1 Heriot Watt University

Le *"Centre for Virtual Environment"*(CVE) travaille sur l'analyse de scénario dans un contexte pédagogique. Leur travail est centré sur **l'analyse de l'histoire générée**. Ainsi, dans un jeu éducatif, il est important de s'assurer que les apprenants ont bien compris l'ensemble des points clés de la

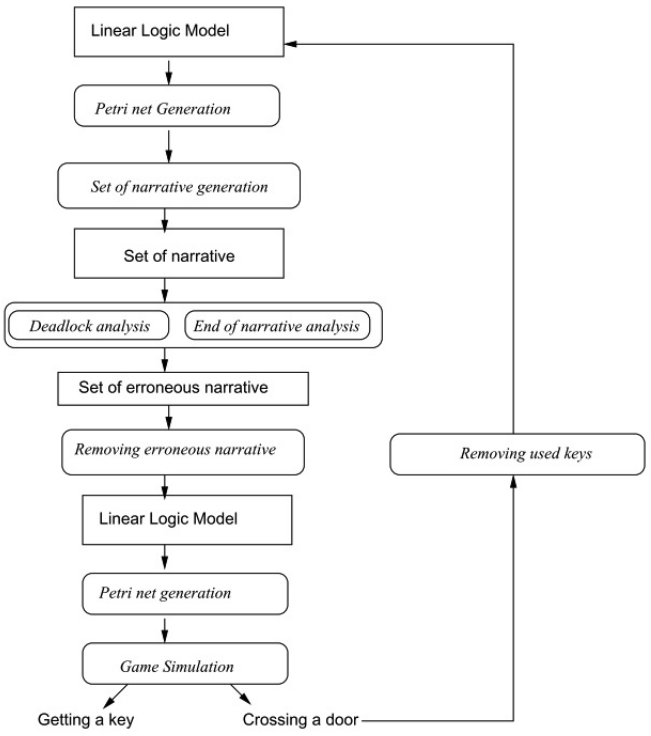


FIGURE 4.16 – Fonctionnement de l'approche multi-agents.

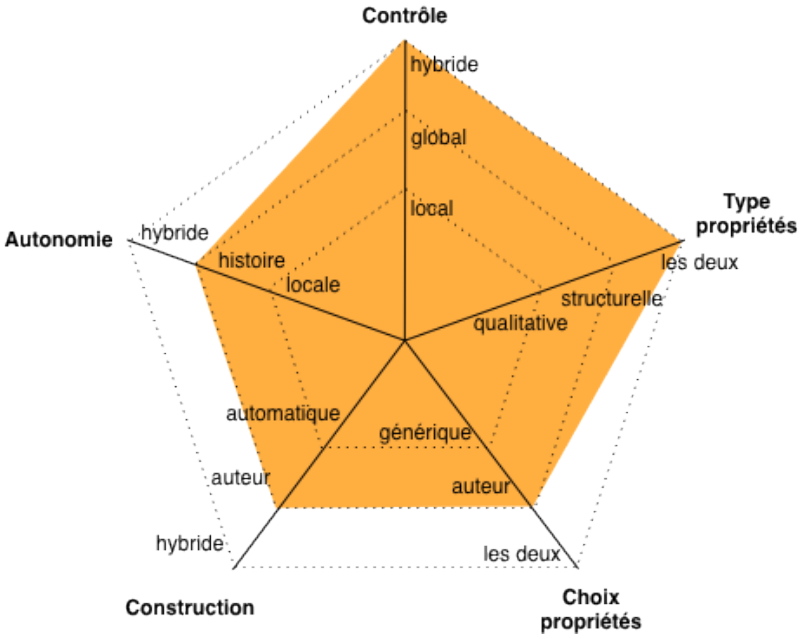


FIGURE 4.17 – Projection de l'approche [CPE05] sur notre représentation multi-dimensionnelle.

leçon. Ceux-ci pouvant être de nouvelles connaissances ou des évaluations de leurs compétences qui sont requises pour valider un cours. Si les apprenants sont trop contraints dans leurs possibilités, **ils manqueront l'immersion** qui permet une forme d'apprentissage différente. La proposition du CVE est **la définition d'un scénario qui peut être contrôlé** tout en offrant une grande liberté pour l'utilisateur. Ils définissent cette liberté dans un contexte de narration émergente et proposent un modèle basé sur l'improvisation plutôt que sur un modèle fixé [LSKA08, LA04].

En 1999, *Aylett* [Ayl99] introduit le concept d'**émergent narratif** pour résoudre la tension entre intégrité de la narration et liberté du joueur. Cette méthode a été appliqué aux logiciels *Fatima* et *FearNot !*. Leurs objectifs sont les suivants :

- La narration émergente permet d'assurer **la liberté du joueur** en basant la narration sur ses actions. Cependant le manque de structure narrative imposée pose la question du rôle de l'auteur ;
- Le point de vue de *Crawford*, selon lequel des histoires peuvent émerger seules de systèmes suffisamment complexes, est irréaliste ;
- Pour les auteurs, l'émergent ne doit pas signifier la disparition de l'histoire qu'ils veulent transmettre. Ils proposent donc le *"Purposeful authoring"* pour l'émergent narratif.

La méthode employée consiste en :
- **Caractérisation de la narration émergente** : l'interactant créé la narration au travers des interactions qu'il a avec le système ;
- Le système est composé de **personnages virtuels** et d'une mécanique de gestion de l'intensité dramatique ;
- Mais il est quand même possible d'**introduire des médiateurs** pour accompagner le joueur.

Les apports de cette approche sont :

1. Approche multi-agent pour l'**émergence** d'une histoire ;
2. **Observation des interactions et du récit** produit pour analyse à posteriori ;
3. Définition de l'émergent narratif :
   - **Frontières de l'histoire** : bornes narratives de l'univers, tout n'est pas possible et l'univers doit garder une cohérence ;
   - **Masse critique de l'émergent narratif** : Nombre (en densité plus qu'en quantité) d'actions à partir desquelles il est possible d'amorcer une émergence narrative ;
   - **Cul de sac** : Désamorçage de la pompe de l'émergent narratif, celui-ci perd son sens et son intérêt.
4. Identification de la nécessité d'un **système de simulation** pour régler la mécanique de l'émergent ;

**Analyse** Le CVE est un centre de recherche activement impliqué dans **l'émergent narratif**. Ils proposent tant des **systèmes opérationnels** pour la réalisation de narration interactive émergent, que des recherches de fond sur **les principes guidant l'émergent**. Ainsi, la disparition totale de l'auteur n'est pas envisagée, mais celui-ci doit éviter de **signifier trop fortement sa présence au spectateur**. L'émergent naissant intégralement des interactions de l'utilisateur, ses exécutions ne permettent pas d'obtenir de métriques objectives d'évaluation de la narration.

### 4.2.2 Système basé sur l'arc dramatique d'Aristote

*Michael Mateas*, membre du département d'informatique à l'université de Californie, a utilisé la définition de **l'arc dramatique** basé sur les travaux d'Aristote pour **guider la génération de**

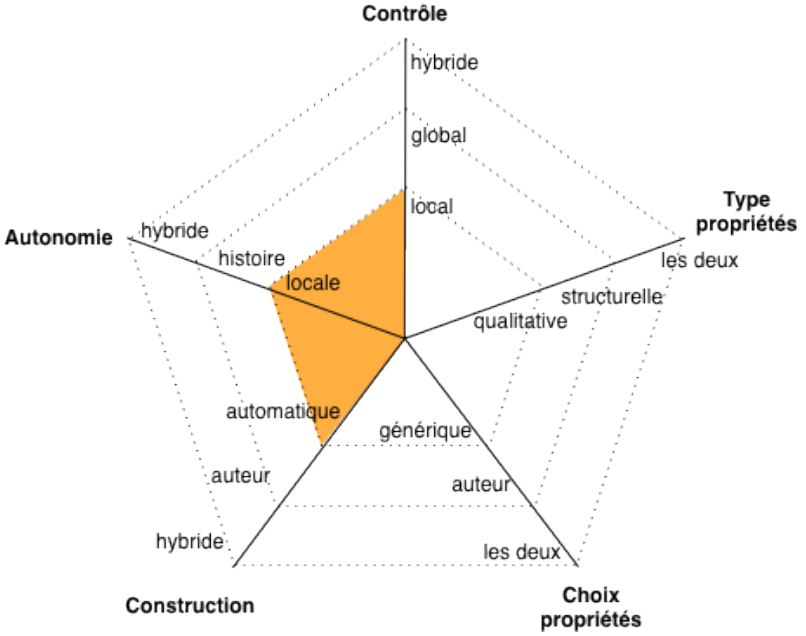


FIGURE 4.18 – Projection de l'approche émergente du CVE sur notre représentation multi-dimensionnelle.

**récits narratifs**. Il a cependant identifié un manque d'empathie vis-à-vis du spectateur lors du déroulement d'une histoire aristotienne empêchant **l'incorporation efficace de l'interactivité** à ce modèle. Il a donc proposé une extension de celui-ci en y incorporant l**es interactions avec l'utilisateur** [Mat00]. Ces recherches étendent les travaux de *Laurel* [Mat04] pour créer une modélisation et une méthode d'exécution de narration. Ces travaux ont été utilisés dans le jeu « *Façade* » [MST03]. Le joueur y incarne un ami d'un couple qui vit des problèmes relationnels. Selon les actions et décisions du joueur le drame va se jouer pour déboucher sur une réconciliation ou une séparation du couple avec des degrés intermédiaires.

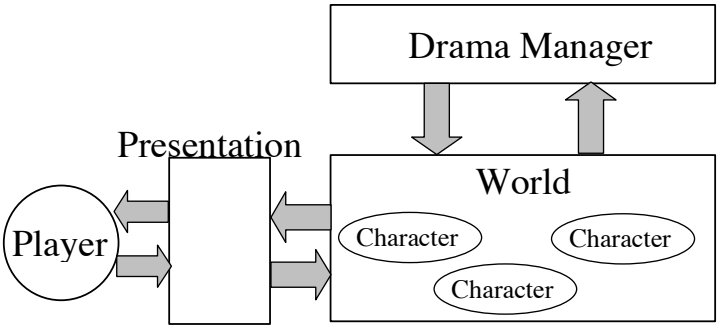


FIGURE 4.19 – Architecture logicielle du projet Oz.

*Michael Mateas* est également membre du projet *Oz* qui a organisé ses travaux, proches de ceux développées dans Façade, autour de l'architecture illustrée à la figure 4.19. Cette architecture **traite à la fois les personnages et l'histoire** comme des ingrédients nécessaires d'expériences dramatiques

puissants. Le monde simulé contient des agents crédibles, **personnages autonomes** présentant des personnalités riches, l'émotion, le comportement social, les motivations et les objectifs. L'utilisateur interagit avec le monde au travers de la présentation. Cette présentation peut effectuer un **filtrage dramatique actif**, appliquer des angles de caméra et des points de vue dans l'univers graphique, ou en changeant le style de langage utilisé dans les mondes textuels. **Le gestionnaire de drame** peut voir tout ce qui se passe dans le monde. Il essaie de **guider l'expérience de l'utilisateur** dans le but de produire l'histoire. Il peut s'agir d'actions telles que le changement de modèle dans le monde physique, ce qui induit que les personnages puissent poursuivre un plan d'action, l'ajout ou la suppression de personnages.

**Apports**

1. **La synthèse automatique** du récit ;
2. **Le maintien de la qualité narrative** au niveau attendu par le gestionnaire de drame ;
3. **L'autonomie des agents** dans leurs personnalités ;
4. Une très forte **adaptativité** au joueur par une prise en compte de ses motivations et comportements.

**Analyse** Cette approche basée sur les agents permet une modélisation beaucoup moins intensive du récit qui va se produire. En effet, ceux-ci sont **modélisés indépendamment** formant ainsi un ensemble de modèles concurrents plutôt qu'un seul modèle massif. L'utilisation d'un **gestionnaire de drame** permet tout de même de classer cette approche parmi **les narrations interactives émergentes** puisque c'est bien les interactions entre agents qui ici forment le récit. Le maintien de **la qualité par l'arc dramatique** est placé à un niveau global par nécessité, sa distribution dans les agents auraient nécessité la mise en place de stratégie de synchronisation d'états.

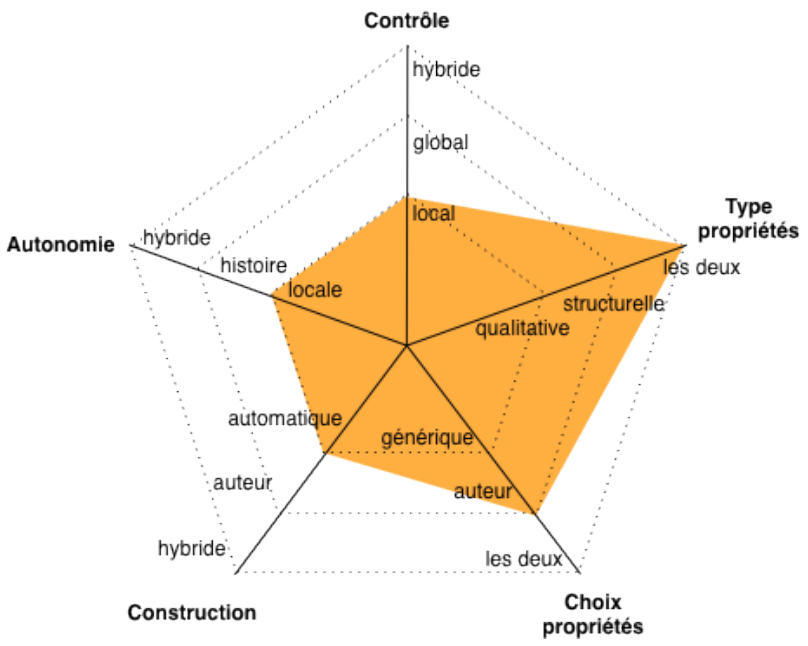


FIGURE 4.20 – Projection de l'approche [Mat04] sur notre représentation multi-dimensionnelle.

### Conclusion sur les approches basées agents

La fragmentation de la complexité des récits possibles entre les agents ou entités du système permet de **contenir l'explosion combinatoire** du modèle d'une narration interactive. En effet l'auteur se cantonne à une modélisation individuelle des agents. Ainsi les agents deviennent **autonomes**, embarquant à la fois la logique pilotant les interactions avec leur univers et leurs **motivations** et **objectifs**. Cependant les décisions d'actions ne peuvent-être prises à un niveau global du récit. Par exemple un personnage non-joueur, lorsqu'il interagit avec le joueur, ne pourra raisonner que sur la connaissance qu'il a construit auparavant lors d'interactions précédentes. L'approche agent, par sa **modularité**, propose un avantage indéniable quant à la gestion des structures narratives mis en jeu. En revanche, pour mener des raisonnements sur l'ensemble du récit en cours de construction ou d'exécution, il est nécessaire de **mutualiser les informations entre agents** ou bien de maintenir un **vecteur d'états global** à la narration interactive en cours. Dans ce cas le mécanisme bascule dans le cadre des applications hybrides.

## 4.3 Approches hybrides

Le problème principal des agents autonomes et la garantie de la cohérence et de la qualité de la narration qui est produite. Certains systèmes interactifs utilisent un gestionnaire d'intensité dramatique qui analyse dynamiquement les décisions des agents pour guider le cadre narratif [ML03]. Une autre approche est le pilotage de la narration par une analyse formelle. Toutes ces approches offrent des outils aux concepteurs pour créer des narrations interactives riches en contenu et proposant une immersion dans un univers virtuel.

### 4.3.1 Gestion de l'intensité dramatique

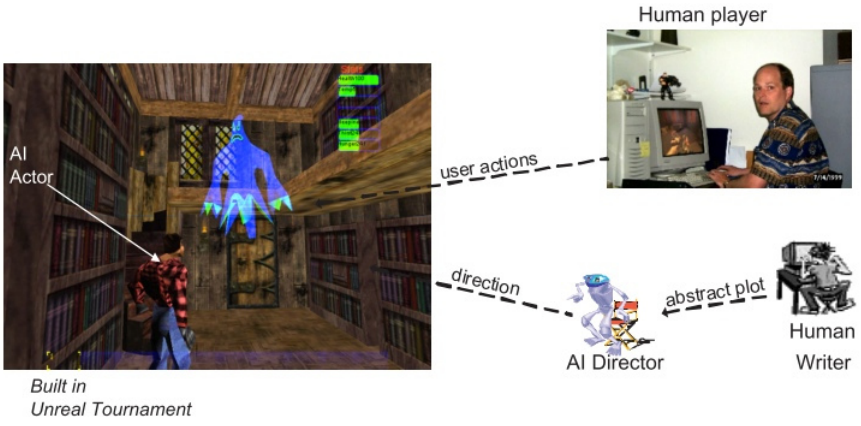


FIGURE 4.21 – Architecture pour la gestion des évènements du jeu dans la narration interactive.

Le problème principal des agents autonomes est l'absence de garantie de la qualité de la narration

qui est produite. Certains systèmes interactifs utilisent un gestionnaire d'intensité dramatique qui analysent dynamiquement les décisions des agents pour guider le cadre narratif. Ainsi [ML03] propose une approche pour la mise en place d'une architecture de gestion de l'intensité dramatique. *Magerko* décrit la narration interactive comme :

> *"Il existe une tension évidente entre offrir à l'auteur les contrôles et l'expressivité nécessaire pour transmettre une vision artistique, et le désire présumé de l'utilisateur pour de l'interactivité"*

Les objectifs annoncés de cette approche sont une définition des besoins quant à la mis en place d'une Architecture de drame interactive (IDA). Pour ce faire l'équipe de *Magerko* créé un **modèle prédictif de l'utilisateur** pour maintenir l'intensité dramatique dans des bornes définies. Lors de l'exécution, le système de supervision se pose alors les questions suivantes :

- L'histoire doit-elle avancer ?
- Le joueur peut-il atteindre le prochain jalon posé par l'auteur ?
- Comment peut on modifier l'univers virtuel pour amener ou ramener le joueur dans le chemin narratif ?

Leur modèle est basé sur un graphe ordonné des évènements qui vont prendre place dans le récit (cf. figure 4.22). Ils élaborent également l'architecture type de toute narration interactive (cf. figure 4.21) basé sur les éléments suivants :

- **Un théâtre virtuel**, lieu d'incarnation du joueur et de synthèse du récit ;
- **Un auteur**, souhaitant proposer un contenu au joueur ;
- **Des acteurs et un réalisateur**, sous ce terme *Magerko* regroupe le système de supervision et la logique d'interaction des entités du récit dans le théâtre virtuel.

Les apports de ces travaux sont :

1. Définition des qualités requises pour un théâtre interactif :
   - **Expressivité** : l'auteur doit pouvoir définir quoi, qui, quand, où, comment et pourquoi ?
   - **Variabilité** : différents choix, différents effets ;
   - **Flexibilité** : adaptation à l'utilisateur, celui-ci est le plus libre possible et la narration réagi à ses actions ;
   - **Variation de l'autonomie** : divers degrés de contraintes au cours de la narration ;
   - **Catégorisation des actions** : bonnes ou mauvaises pour l'utilisateur.
2. Maintien en ligne de la qualité par un superviseur multi-agent utilisant un modèle de la narration à réaliser.
3. Recherche en ligne, par prédiction et manipulation, des états valides et commandes de l'univers virtuel en fonction ;

**Analyse** L'architecture mise en place par *Magerko* est **proche de celle employée dans nos travaux**. La **modélisation formelle** du scénario sous la forme de graphe et la **supervision en-ligne** par **vérification de propriétés** sont des éléments que nous ré-utilisons. Cependant le langage "bas-niveau" que représente un graphe **n'atteint pas les objectifs d'expressivité** mis en avant par *Magerko*. Enfin le pilotage par contraintes de la narration selon les prédictions faites vis-à-vis du modèle et de l'observation permet de donner la dimension hybride à cette approche. En effet, couplé aux acteurs cités par *Magerko* dans les besoins pour une architecture de drame interactif, le contrôle peut s'effectuer à un niveau global, sur des propriétés générales du récit.

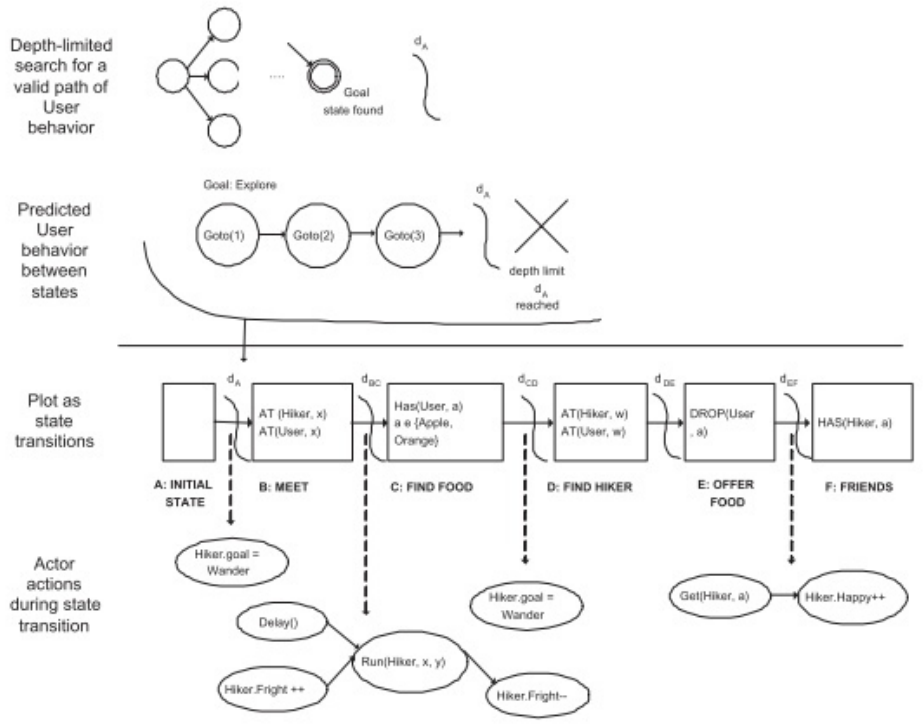


FIGURE 4.22 – Modèle employé par Magerko pour effectuer les calculs nécessaires au contrôle de la narration.

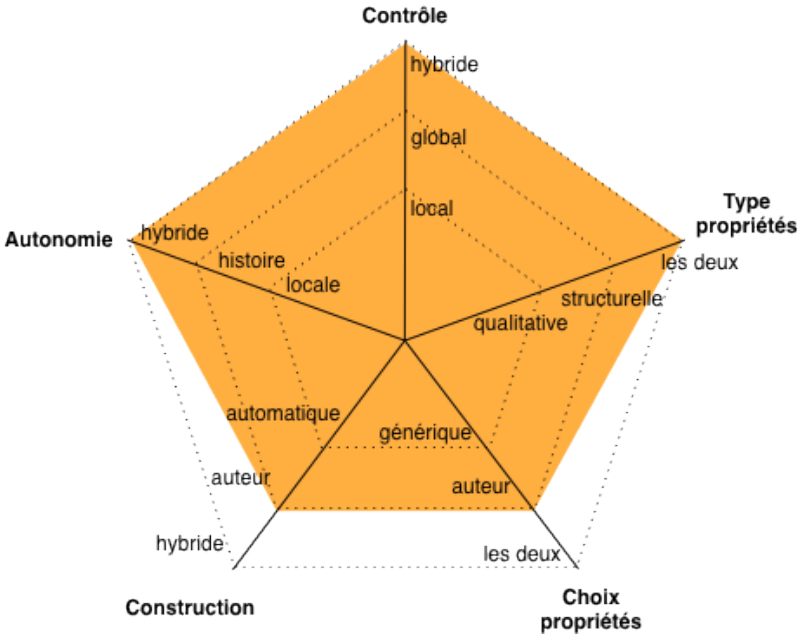


FIGURE 4.23 – Projection de l'approche [ML03] sur notre représentation multi-dimensionnelle.

### 4.3.2 Système de production d'un récit narratif

*Id-Tension*[Szi99, Szi04, Szi08] est un projet de recherche mené par *Nicolas Szilas* à l'université TECFA de Genève. Ce projet a pour but de créer **un théâtre virtuel** où le spectateur pourra expérimenter un récit, et influer sur celui-ci selon la perception qu'il en a. L'approche proposée est hybride dans son principe (cf. figure 4.24).

Ainsi, **la modélisation du récit est basée sur une définition des personnages et de leurs comportements possibles** en fonction de leur état. Mais la réalisation du récit se fait sous la contrainte de **structures narratives** d'une part et d'un **modèle de l'utilisateur**, représentant la partie pragmatique du récit.

La production du récit est supervisée par une **logique narrative** permettant de garantir la cohérence du récit produit et son intérêt narratif. Afin d'assurer cette cohérence, la logique narrative du théâtre virtuel, manipule dans le monde de l'histoire, l'ensemble des données du récit en cours, les concepts suivants :

- **Les buts** qui sont les états que les personnages doivent atteindre ;
- **Les tâches** qui sont les activités menant aux buts ;
- **Les obstacles** qui rendent les tâches impossibles ;
- **Les actions** possibles pour ce personnage.

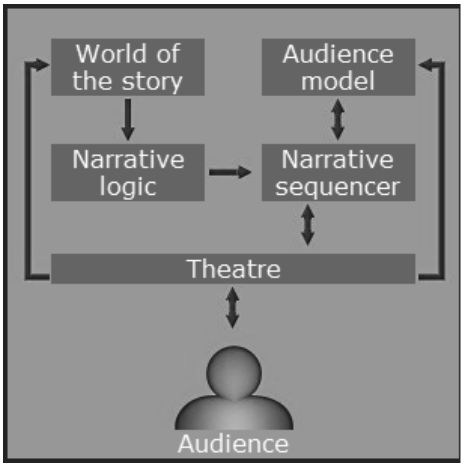


FIGURE 4.24 – Architecture du projet *Id-Tension*.

Ces informations sont combinées à un **modèle d'audience** qui exprime les désirs traditionnels du public tels que le désir de conflit, de suspens ou bien de surprises. Cette vision pragmatique du récit est issue des travaux de *Umberto Eco* [Eco85]. Le séquenceur narratif choisit alors les tâches qui vont être exécutées par les personnages selon ces deux contraintes. Les tâches des acteurs sont ordonnées selon le comportement de celui-ci : le comportement donne une **liste de priorités** aux tâches en fonction de l'état du système. Les tâches de plus haute priorité sont exécutées sauf réception d'évènements en provenance du spectateur.

Les apports de ces travaux sont :

1. **Logique narrative** pour le contrôle en ligne intégrant buts, tâches, obstacles et actions ;
2. **Modélisation de la perception de l'utilisateur** permettant de simuler un public avec ses attentes ;

3. **Supervision en ligne** du déroulement du récit ;

**Analyse** Le système *"Id-Tension* propose une mécanique pour **la création et la simulation de narration interactive**. Ainsi une **modélisation du récit** est effectuée sous la forme d'agents, listant ainsi les comportements possibles au sein du récit. Les comportements sont ensuite séquencés par le superviseur selon **les priorités définies**. L'ajout d'**un modèle d'audience** permet de préfigurer les réactions du public. Ces informations permettent de **simuler les attentes du public** et de proposer un premier niveau d'adaptation. Cette simulation du spectateur permet également d'entrevoir une **évaluation de récits** produits automatiquement. Les attentes des spectateurs sont modélisées, notamment par une courbe d'intensité dramatique à respecter, et influent sur le choix des prochains comportements.

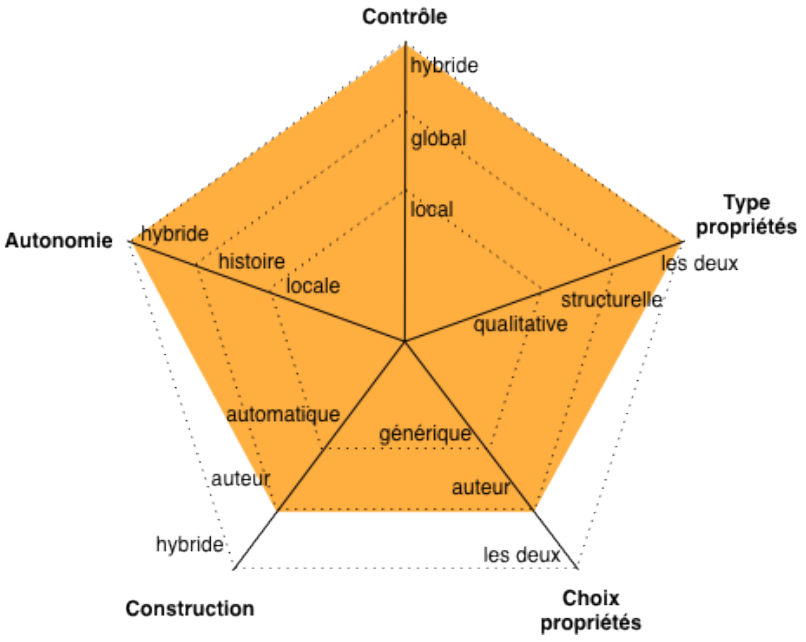


FIGURE 4.25 – Projection de l'approche [Szi99, Szi04, Szi08] sur notre représentation multi-dimensionnelle.

### 4.3.3 Outils auteurs et rôle du spect-acteur

L'*"Institute for Systems and Computer Engineering-Research and Development"* (INESC ID) de l'Institut supérieur technique de Lisbonne est doté d'une unité de recherche qui s'intéresse aux applications interactives et à leur impact sur les utilisateurs. L' *"Intelligent Agents and Synthetic Characters Group"* (GAIPS) axe sa thématique de recherche sur la création de **personnages de synthèse** aussi crédibles et réalistes que possible, tant dans leurs comportements que dans leurs interactions avec l'utilisateur.

Ces recherches concernent **les modèles et méthodes de représentation d'expériences interactives**, depuis la création du contenu jusqu'à l'interaction avec l'utilisateur. Ces travaux sont utilisés par des applications interactives, particulièrement à destination des enfants, qui permettent l'apprentissage, le jeu ou la création de récits interactifs.

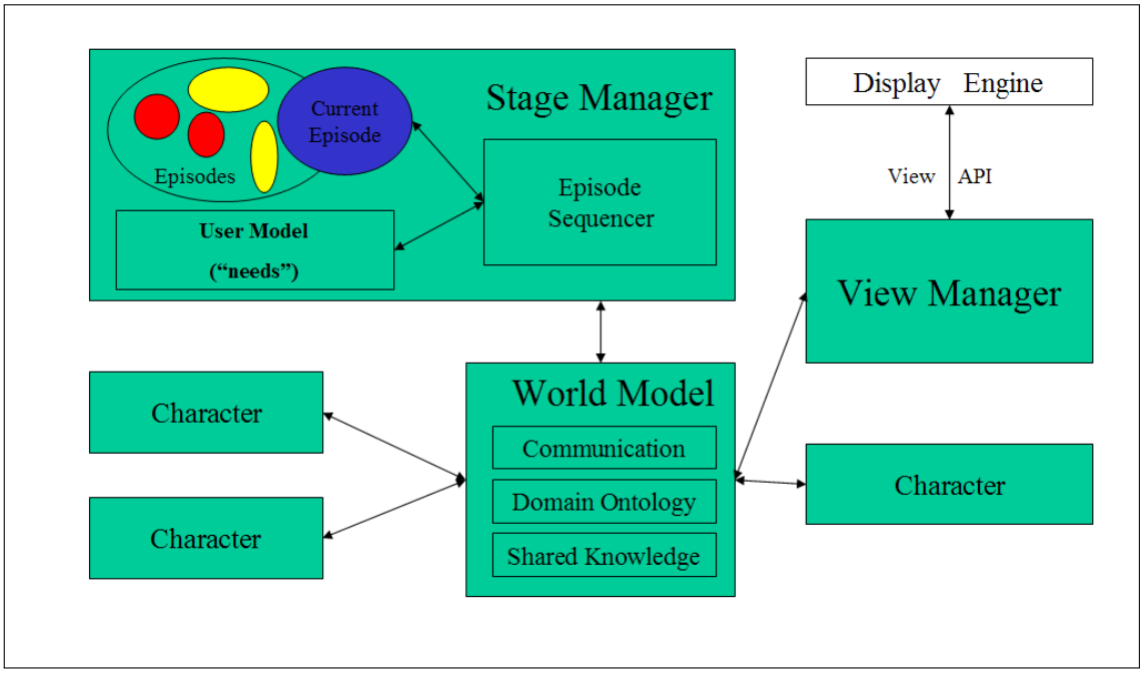


FIGURE 4.26 – Architecture du framework Ion (tiré de [SMP03]).

Le GAIPS propose une méthode hybride pour la narration interactive, basée à la fois sur une modélisation à priori de l'histoire, mais également sur une modélisation des personnages, de leurs rôles et comportements. Ainsi, les chercheurs du GAIPS ont développé un framework pour la représentation d'une œuvre interactive nommé « *Ion-act* » [SMP03]. L'architecture multi-composants (cf. fig 4.26) de ce framework permet, grâce à une logique narrative prédéfinie, de représenter une œuvre interactive sous la direction d'un utilisateur.

Les différents composants de « *Ion-act* » sont :

- Un **modèle du monde** (« World Model ») contenant l'ensemble des connaissances ontologiques du domaine cible ;
- Un **gestionnaire de visualisation** (« View Manager ») permettant d'abstraire la représentation visuelle de l'œuvre en transformant les actions des agents en animation 3D ;
- Un **système multi-agent**s (« Characters ») gérant les interactions entre les différents personnages ;
- Un **gestionnaire de réalisation** (« Stage Manager ») contenant la logique de l'auteur, représentant les règles d'occurrences définies pour les événements du système multi-agent.

Le modèle permettant la génération du récit est ici séparé entre deux composants. D'une part **l'ontologie**, définie dans le modèle du monde, permet à des spécialistes, tels que des psychologues ou des éducateurs, **de définir les notions** qui vont être abordées dans le récit et **les connaissances** qui devront être présentées à l'utilisateur. Ces connaissances sont représentées sous la forme d'interactions entre différents personnages (« Character ») et de règles sur l'occurence de ces interactions.

La deuxième partie du modèle est utilisée dans **le gestionnaire de réalisation** (« Stage Manager ») qui, à l'aide d'une liste prédéfinie des épisodes possibles du récit, va organiser la séquentialité des actions. Cet agent réalisateur temporise **le début et la fin des épisodes** selon des critères utilisateurs, tels que les choix faits ou alors l'inactivité, et prend en charge le choix du prochain

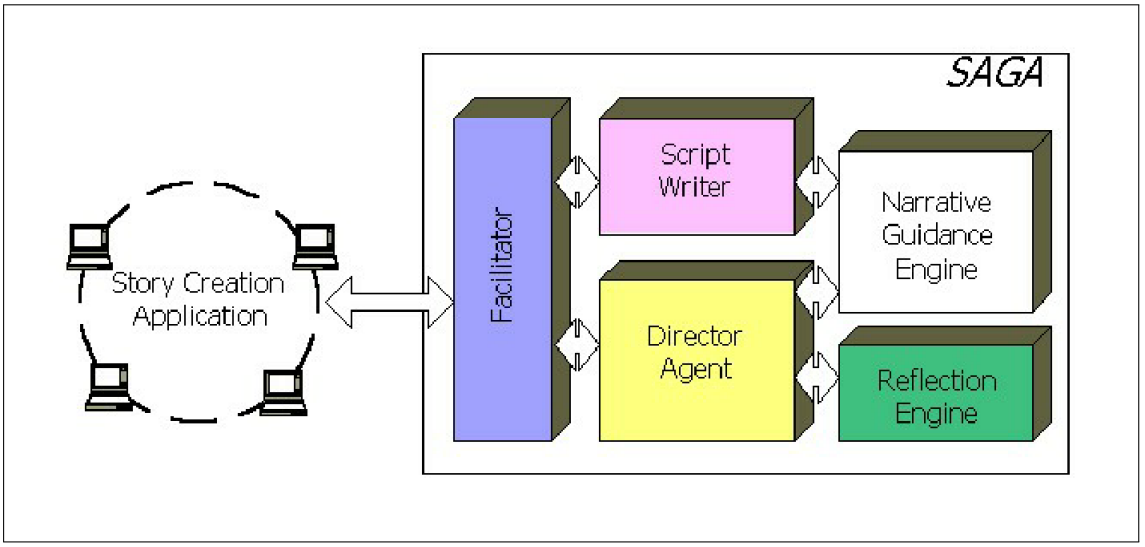


FIGURE 4.27 – Architecture de « SAGA ».

épisode grâce aux contraintes fournies. Le framework « *Ion-act* » permet l'exécution générique de récits pour différentes plateformes de présentations cibles. Il a été utilisé dans plusieurs projets dont notamment « FearNot ! »

L'équipe du GAIPS a également travaillé sur une autre forme d'application interactive dans le développement de la plateforme « *Saga* » [MBP04, MPB01]. « SAGA » a pour but de proposer un rôle différent à l'utilisateur que celui d'acteur au sein du récit : celui d'**auteur**.

L'architecture de « *SAGA* », comme celle de « *Ion-act* » est multi-agent, et est composée de :

- Un **agent scénariste** responsable de la scénarisation initiale ;
- Un **agent directeur** apportant un support à la création ;
- Un **moteur de réflexion** permettant de mettre le créateur face à sa création ;
- Un **moteur guide de narration** assurant la cohérence de l'histoire proposée ;
- Un **agent facilitateur** qui assure le lien entre l'application de création de récit et le moteur de « *SAGA* ».

SAGA met à la disposition du créateur un ensemble de situations, de fonctions et de rôles qui sont issus des travaux de *Propp*. L'utilisateur va alors instancier les différents rôles définis dans la grammaire de *Propp*, en nommant ces acteurs, et **proposer un enchainement** parmi les diverses situations proposées. Ces éléments du récit définis, ils sont transmis via le facilitateur à l'agent scénariste qui, grâce aux fonctions de *Propp* et aux rôles des personnages, va créer la situation initiale du récit. Le moteur de narration prendra ensuite en charge le déroulement du récit en respectant la succession des fonctions.

**Le moteur de réflexion** permet de temporiser la narration pour permettre à l'auteur, lorsqu'il regarde son œuvre, de se questionner sur le rôle des personnages et leur influence dans le récit. Cette approche, basée sur la réflexion utilisée dans le e-learning, est temporisée par **l'agent directeur**. « *SAGA* » a été utilisé dans le développement d'une application de création de récits : « *Teatrix* ».

Les apports de cette approche sont :

1. **Modèle abstrait du théâtre numérique** permettant l'interconnexion à de nombreux sys-

tème ;

2. **Modélisation du cadre narratif** sous la forme d'ontologies ;
3. **Structuration des récits possibles** en épisodes / structures narratives ;
4. Applications aux mains de l'utilisateur.

**Analyse** Les approches proposées par le *GAIPS* mettent en avant la nécessité d'**une planification du récit de la part de l'auteur**. Leur modèle de narration interactive est ainsi basé sur la description des **interactions entre agents**. Celle-ci est complétée par un ensemble de règles ontologiques écrites directement par l'auteur. L'utilisation de ces ontologies dénote la volonté de fournir **un langage de modélisation accessible aux auteurs**. Une représentation des concepts à aborder leur permet ainsi de vérifier **les notions vues par le public** lors de l'exécution. Ce modèle est ensuite utilisé par le **superviseur multi-agents** qui, par observation du théâtre virtuel, va temporiser la production des évènements du récit. L'approche du *GAIPS* propose également une forme peu commune de la narration interactive : offrir **la place de l'auteur**, le choix de l'histoire, **au spectateur**. Dans l'application "*Teatrix*", celui-ci a en effet la possibilité de créer un récit à partir d'une histoire qu'il a lui même choisi : choix des personnages selon les archétypes, choix des scènes parmi celles disponibles et affectation des acteurs sur ces scènes. **Le superviseur se charge alors d'exécuter le récit** ainsi créé. L'auteur garde quand même un cadre narratif en imposant une structure narrative particulière, ici celle énoncée par *Propp*.

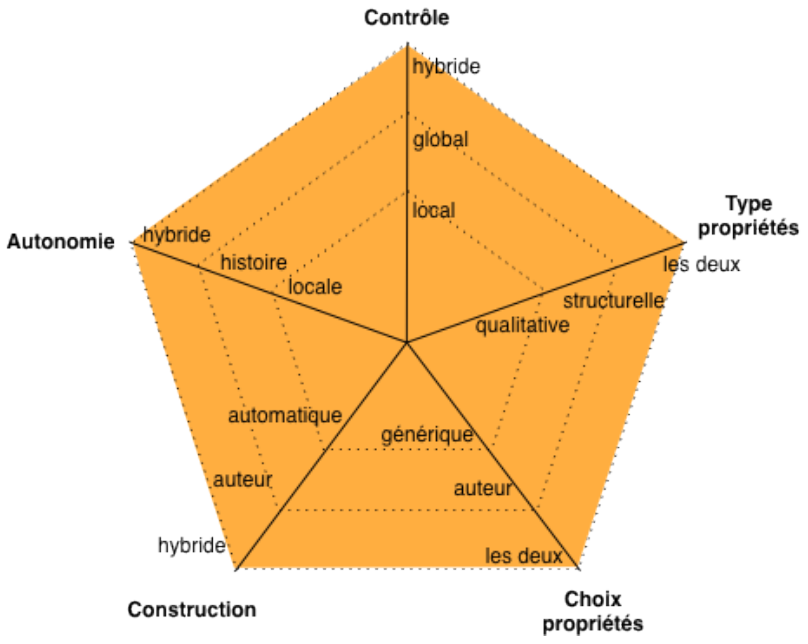


FIGURE 4.28 – Projection de l'approche du GAIPS sur notre représentation multi-dimensionnelle.

## 4.4 Positionnement

Les approches que nous venons d'exposer représentent **un parti pris** sur les travaux académiques dans le domaine de la narration interactive. Notre classification, schématisée sous la forme d'une

représentation multi-dimensionnelle, nous permet de représenter cet espace selon **cinq critères** :

- **Contrôle du récit** : l'analyse et le contrôle du récit sont ils réalisés sur l'ensemble du récit ? ou sur des sous-ensembles ?
- **Autonomie des décisions** : Celles-ci sont elles restreintes au niveau local ou portent-elles sur l'intégralité de l'histoire ?
- **Construction du cadre narratif** : la création des éléments de la narration interactive est-elle réalisée par l'auteur ou par un système automatique ?
- **Choix des propriétés** : les propriétés vérifiées sur le modèle sont-elles définies par l'auteur ou appliquées automatiquement ?
- **Type des propriétés** : les propriétés exprimées sont-elles structurelles ou qualitatives ?

Nous allons maintenant **positionner** nos travaux dans cet espace défini, en soulignant les similarités et différences par rapport à ce qui a pu être précédemment présenté.

Nous commençons par présenter **notre modèle pour la narration interactive**. Celui-ci est composé de **deux modèles distincts** mais représentant le même objet : **l'ensemble des récits possibles** prévus par l'auteur. Le premier modèle que nous présentons est notre **représentation formelle à base de réseau d'automates**. Celui-ci nous permet de mener les opérations nécessaires à la **vérification** et au **contrôle du cadre narratif**. Un second modèle permet aux auteurs de concevoir une narration interactive en manipulant des concepts qui leur sont familiers : ils déclarent ainsi des acteurs, leurs comportements et les scènes dans lesquelles ils prennent place. **Ce modèle** possède trois niveaux de modélisation de la narration interactive :

- **Structure narrative** : définition d'actants, rôle type, et de situations génériques, fonction narrative, mettant en relation les actants entre eux ;
- **Histoire** : instanciation de la structure narrative dans une diégèse. Les acteurs sont définis, et se voient attribuer des actants. Ces derniers sont ensuite passés en paramètres de scènes, issues des situations génériques ;
- **Récit interactif** : les récits possibles sont créés par la mise en relation des scènes entres-elles, formant un graphe du cheminement possible de scènes en scènes.

Ces modèles sont manipulables dans **des outils de création graphique** que nous avons développés. Enfin un **mécanisme de conversion de modèle à modèle** est proposé pour passer du modèle haut-niveau à la modélisation sous la forme d'un réseau d'automates.

Nous présentons ensuite **les vérifications** que nous effectuons sur ce modèle. Celles-ci sont basées sur une **évaluation** du récit. Ainsi, l'état du récit est dénoté par un vecteur d'états particulier que nous nommons **quantificateurs**. Parmi les quantificateurs possibles, nous pouvons citer **la tension narrative**, que nous avons introduite dans le chapitre 2. Ce sous-ensemble des variables d'état du système, fourni par l'auteur, est associé à **un objectif d'exécution**. **Les évènements du récit sont ensuite pondérés** par une évolution de ces quantificateurs. Les valeurs des quantificateurs sont alors **fonction du chemin emprunté** par le récit en construction. Les quantificateurs forment un ensemble de points d'observation permettant d'énoncer des **propriétés** sur leur état. Ces propriétés sont ensuite **vérifiées** sur le modèle, en ligne ou hors-ligne, leur résultat permettant de prendre les décisions de contrôle.

La supervision est réalisée par **un superviseur multi-agent**. Nous proposons ainsi trois agents : **Observateur**, **Scénariste** et **Directeur**. Ces agents maintiennent le modèle à jour vis à vis de la narration en cours et prennent les décisions de scénarisation : le récit est-il dans un état mauvais ? Quel est l'évènement à déclencher parmi ceux disponibles pour retourner dans un état acceptable ?

L'algorithme de supervision permet ainsi de **contrôler un théâtre virtuel** par des échanges d'évènements.

### 4.4.1 Modélisation de la narration interactive

Notre approche est fondée sur un modèle central : une représentation de la narration interactive par **un réseau d'automates**. Cette approche formelle de la narration interactive a déjà été employée. Ainsi [NV03] propose une modélisation à base de réseau de Pétri et [MST03] modélise les récits possibles sous forme de graphes. Nous avons choisi **une modélisation par automates** pour la conception **modulaire** qu'elle permet, ainsi que pour l'expressivité permise. En effet les automates permettent **la vérification d'un large éventail de propriétés**, proposant par exemple les automates temporisés pour la vérification de propriétés temporelles. Nous nous positionnons donc dans **un contexte déjà exploré**, même si le formalisme employé diffère.

Cependant, conscient de la difficulté des auteurs a accéder à de telles modélisations, nous proposons également **un modèle de haut-niveau**. A la manière de Teatrix [MPP01, PPMG], nous proposons aux auteurs de créer leur histoire en **manipulant des concepts narratifs** : acteurs, scènes et récits. Teatrix ne propose qu'une seule structure narrative avec un ensemble de rôles et de situations limitées. Notre modèle quant à lui permet **la définition par l'auteur de sa propre structure narrative**, ou l'utilisation d'une précédemment définie, **l'instanciation libre des acteurs et des scènes** d'une **histoire**, et enfin **la création des récits possibles** par arborescence entre les scènes. Cependant ce modèle n'a pas vocation a être seulement utilisé en conjonction avec notre modèle en réseau d'automates.

Ainsi ce modèle de haut-niveau est une proposition pour la définition d'**une modélisation commune de la narration interactive**. Nous faisons démonstration des possibilités envisageables en proposant **une conversion de modèle à modèle**, permettant d'obtenir un réseau d'automates à partir de celui-ci. Ce principe pourrait ensuite être appliqué à d'autres approches.

#### 4.4.1.1 Modèle formel de narration interactive

Une des principales problématiques de la narration interactive est la création, par l'auteur, **du modèle qui va être manipulé par le superviseur** sous la contrainte du spectateur lors de l'exécution de la narration interactive. Ce modèle doit contenir les informations nécessaires pour qu'un superviseur logiciel soit à même de **contrôler efficacement le théâtre numérique**, au regard de la balance liberté du joueur-qualité du récit. Une approche classique est de considérer **les acteurs** du récit, avatar du spectateur y compris, comme des **systèmes à évènements discrets**. Chacun de ces acteurs est ainsi représenté par une entité autonome émettant des évènements. Ceux-ci sont partitionnés en deux ensembles :

- **actions** : événements faisant uniquement évoluer l'état de l'entité émettrice ;
- **interactions** : événements déclenchant un événement sur un autre système.

Cette vision permet de faire entrer la narration interactive dans un cadre d'étude connu. En effet, **les systèmes à évènements discrets** qui sont le plus modélisés et vérifiés , sont les logiciels. Qu'il s'agisse de l'aéronautique, des réseaux ferroviaires ou d'un ascenseur, le fonctionnement des logiciels qui y sont embarqués doit être garanti par une vérification rigoureuse. Celle-ci est effectuée par **une modélisation formelle des différents systèmes mis en jeu**, et des messages qu'ils échangent. Plusieurs formalismes existent tels que *la méthode B* [Abr10] ou *la notation Z*

[Abr74, MB84] proposées par *JR Abrial*, ou bien encore les réseaux de Pétri [Pet62] introduit par *CA Pétri*.

Le choix du formalisme peut être fait selon plusieurs critères :

- **Représentation du modèle** : la forme de la modélisation est-elle adapté au procédé que l'on souhaite représenter ?
- **Expressivité du modèle** : possibilité de modéliser succinctement des systèmes complexes ;
- **Propriétés** pouvant être vérifiées sur le modèle.

Nos précédents travaux [RPE+09] ont montré la pertinence des automates pour la narration interactive. La représentation par **états et transitions étiquetées** permet de déclarer des structures de récits complexes. Ainsi un état peut-il donner lieu à un **indéterminisme** permettant de proposer plusieurs alternatives au joueur. De plus, **la création modulaire** de cette structure narrative sous la forme d'un réseau d'automate permet de restreindre la complexité du modèle manipulé. Ainsi il est possible de représenter **chacun des acteurs sous la forme d'un automate**, d'étiqueter les transitions par l'émission d'actions et d'interactions, et de regrouper l'ensemble des ces systèmes dans un réseau, permettant **la communication entre chacune des sous-parties**. Enfin, les automates permettent de vérifier les propriétés indispensables au bon déroulement de la narration interactive, telles que l'accessibilité, l'absence de blocage ou encore l'équité.

Nous avons cité précédemment les travaux de [NV03] et [MST03] comme utilisant une modélisation formelle. Ainsi nous ne nous positionnons pas dans une approche nouvelle, **la vérification par méthode formelle est déjà éprouvée**. En revanche **l'utilisation des automates est originale** : utilisant les outils développés pour la vérification de système à évènements discrets, nous appliquons leur principe et leurs possibilités à la narration interactive. L'approche formelle de la modélisation de la narration interactive nous place dans un cadre **hybride** sur deux propriétés de la narration interactive :

- **Contrôle du récit** : les réseaux d'automates vont permettre de **composer dynamiquement des contextes locaux à partir de systèmes globaux**. Ainsi les différentes entités du récit sont réunies dans des scènes les mettant en jeux. Les automates représentant chacune d'entre elles sont alors mis en relation par un réseau d'automates, permettant ainsi l'évolution du système local et global en simultané. **La complexité est ainsi contenue a un niveau local**, lié à l'interaction des systèmes, mais **impact tout de même le niveau global**, puisque l'état des automates est réutilisé d'un contexte à l'autre ;
- **Autonomie des décisions** : les décisions sont contraintes **localement et globalement**. Ainsi l'exécution d'un évènement, le tir de la transition qui le représente dans le modèle, est conditionnée selon le type de cet évènement :
  - **action** : respect des conditions de l'évènement. Les évènements sont conditionnés selon certaines **variables des systèmes** et ne peuvent-être émis que si le vecteur d'états du réseau y satisfait ;
  - **interaction** : en plus de la condition précédente, l'interaction ne peut être lancée que si un système du réseau est **prêt à se synchroniser** avec le système émetteur. Ainsi une interaction peut être valide au regard des variables du réseau mais être infranchissable par défaut de système en attente de cet évènement.

  **Cette approche hybride pour l'autonomie des décisions** nous permet ainsi d'avoir **à la fois un contrôle globale du récit**, pouvant référencer les actions passées de l'utilisateur, mais **également un contrôle local**, conditionnant les interactions aux différents états des systèmes.

Cependant, comme nous l'avons déjà exposé, la prise en main d'un tel modèle par les auteurs est un frein par trop important. Il est donc nécessaire de **proposer une autre représentation**, ne se

basant pas sur les automates, mais permettant **une expression plus manipulable pour les auteurs** du cadre narratif qu'ils souhaitent créer.

#### 4.4.1.2 Modèle haut-niveau

Nous proposons ainsi **un second niveau de modélisation**. Celui-ci a pour but de donner aux auteurs un mode d'écriture proche des concepts qu'ils ont l'habitude de manipuler. Plutôt que de les contraindre à utiliser la représentation qui nous arrange dans le cadre du contrôle d'un théâtre interactif, nous leur proposons **une méthodologie** afin de réduire l'écart entre les modèles formels et la narration classique. Cette démarche n'est pas contrainte par notre choix de modèle formel sous-jacent. En effet ce second modèle se veut **une approche réutilisable**, à destination d'autres travaux nécessitant également la création par un auteur d'un cadre narratif interactif.

Une analyse de la narration linéaire nous a permis de dégager **les trois niveaux de narration** suivants :

- **La structure narrative** : modèle abstrait de récits, elle définit des rôles types et des situations génériques ;
- **L'histoire** : définition des acteurs et scènes qui vont prendre place dans le récit. L'histoire représente l'ensemble des possibilités et forme la base des récits possibles. Y sont définis des acteurs, héritant d'un ou plusieurs actants, et des scènes, instanciation d'une situation pour des acteurs donnés.
- **Le récit interactif** : Création de la structure narrative reliant un sous-ensemble des scènes de l'histoire. Cette structure forme les chemins que pourra parcourir le spectateur lors de la narration interactive.

Notre modèle a pour objectif d'être suffisamment **générique** pour être réutilisé dans d'autres approches. Ainsi les concepts ici mis en jeu présentent l'ensemble des objets **nécessaires à la modélisation d'une narration interactive**. Une fois celle-ci produite par l'auteur, le modèle peut être manipulé pour être **transformé vers un autre modèle cible**.

De tels outils d'assistance à la création ont été proposés, le plus souvent à destination du spectateur. Ainsi nous citions précédemment Teatrix [MPP01, PPMG], donnant la possibilité à une personne de créer une histoire puis un récit en reliant entre elles les situations de l'histoire créées grâce aux acteurs définis. Cependant les limites imposées, **structure narrative figée** et **récit linéaire**, n'offrent pas les outils nécessaires à l'écriture de narrations interactives complexes. Notre modèle étend donc cette approche à la possibilité de création de **l'ensemble des objets de la narration interactive**, de la structure narrative aux récits possibles, en passant par l'histoire intermédiaire.

Nous détaillons dans nos travaux la conversion de modèle à modèle, depuis notre modèle haut-niveau vers un réseau d'automates afin d'illustrer la possibilité d'utiliser notre proposition comme **modèle pivot pour la narration interactive**.

#### 4.4.1.3 Conversion modèle à modèle

Ainsi le modèle de haut-niveau a pour vocation d'être **converti ensuite vers un modèle cible**, pouvant être différent d'une méthode à l'autre. Ici, l'objectif est double :

- **Proposer un modèle unique aux auteurs**, basé sur des concepts qui leurs sont familiers, permettant d'écrire une seule fois le cadre narratif sans se soucier des manipulations effectuées par l'approche ;
- **Créer un modèle pivot** pour la narration interactive et ainsi permettre l'utilisation et la comparaison de différentes approches sur un référentiel commun.

Même si notre objectif est de rester le plus générique possible, **ce modèle est fortement connoté par des notions formelles**. Ainsi les actions des actants sont conditionnées par des **contraintes** sur leurs variables, ou bien encore les scènes sont **pré-conditionnées**, définissant ainsi les états acceptables pour y entrer. Cette première itération du modèle a été appliquée à notre approche par automates. Nous détaillons l'algorithme de conversion que nous utilisons afin qu'il soit exploitable pour d'autres modélisations, telles que les réseaux de Pétri.

Ainsi **la construction du cadre narratif appartient à l'auteur**, puisqu'il va réaliser lui-même la définition de la structure narrative, de l'histoire et des récits. Cependant l'assistance à l'écriture et la **conversion vers un modèle forme**l font tendre notre approche vers une dénomination **hybride** pour **le critère de construction du cadre narratif** que nous examinons. Ainsi sont mis en jeu à la fois **des éléments auteurs**, les éléments de l'histoire, et **la synthèse automatique** des éléments formels nécessaires à la vérification et au contrôle de la narration interactive.

### 4.4.2 Vérification du récit

**La modélisation de la narration interactive** a pour but de mener **les opérations nécessaires à l'assistance** de l'auteur et du spectateur dans leurs tâches respectives. **L'auteur** doit être assisté **lors de la création du cadre narratif**. En effet, la complexité mise en jeu, peut restreindre la créativité des auteurs ou les amener à faire des erreurs, par exemple en proposant **des chemins inaccessibles**. Le spectateur quant à lui doit être aidé lors de la phase finale de la narration interactive, **la représentation**. Ainsi les interactions avec le cadre narratif du spectateur doivent être supervisées pour assurer **le maintien des objectifs de qualité** donnés par l'auteur.

Les vérifications que nous proposons reposent sur **une quantification** des récits possibles, lors de la phase de conception, ou du récit en cours de construction, lors de la phase d'exécution. Ainsi, **la définition de marqueurs objectifs** par l'auteur permet au superviseur de les **observer** et de les **comparer** à leurs valeurs optimales. Dès lors des propriétés peuvent être vérifiées sur ces variables. Ainsi en cas d'échec, l'auteur peut être informé de la non adéquation de son modèle aux propriétés, ou bien le superviseur peut réorienter le récit vers **un état satisfaisant les propriétés**.

Cette quantification n'a de sens que si les quantificateurs dénotent un état particulier du système. Ainsi **les valeurs, le contenu, des quantificateurs doivent évoluer** au fur et à mesure du récit, en fonction des évènements qui s'y produisent. Cette étape de pondération des évènements, **l'évolution d'un quantificateur en fonction de l'évènement concerné**, est indispensable au maintien du système dans des bornes de qualité. La variation d'un quantificateur permet **la comparaison de sa valeur courante vis à vis de sa courbe optimale**, et ainsi détecter les états d'erreur. Mais cette pondération permet également de **rechercher des chemins valides au sein du récit**.

Ainsi les vérifications faites sur le récit, si elles ne sont pas satisfaites, doivent amener à **un rétablissement de l'équilibre** : les quantificateurs doivent-être ramenés dans leur courbe optimale d'évolution. **La recherche de la succession d'évènements** ramenant le récit dans les bornes définies se base sur la pondération : à partir de l'état courant, jugé comme mauvais, un état acceptable est recherché. **Les évènements à produire sont alors ceux permettant de rejoindre l'état trouvé**. Cette propriété d'accessibilité est employée par notre superviseur pour maintenir le récit

dans **les bornes définies par l'auteur**, mais d'autres propriétés peuvent-être appliquées au modèle. Ainsi par exemple, l'auteur a t-il la possibilité de **vérifier l'absence de blocag**e dans les récits qu'il a créés.

#### 4.4.2.1 Quantification des récits

La première nécessité est donc **une quantification du modèle**. Celle-ci doit servir d'indicateur au système de contrôle pour évaluer le récit : l'état courant du récit est jugé bon ou mauvais en fonction des valeurs des quantificateurs au regard de leurs courbes optimales d'évolutions.

Nous utilisons dans notre approche **l'intensité dramatique** comme quantificateur de notre récit. Une variable est définie dans le vecteur d'états du cadre narratif, dénotant l'intensité dramatique. Son évolution optimale est définie par l'auteur, selon **le principe de climax intermédiaires** que nous avons présenté auparavant. Dès lors le récit peut être **en permanence vérifié** vis à vis de cet objectif : si sa valeur sort des limites imposées, l'état courant du récit ne satisfait pas les attentes exprimées et doit-être corrigé. Cette démonstration de la quantification de la narration interactive nous permet de mettre en avant **une propriété de qualité sur le récit**, le spectateur devant ainsi être tenu dans un état de tension de plus en plus élevé.

Le respect d'une courbe d'intensité dramatique a déjà été utilisé, notamment dans [MST03] et dans [Szi99, Szi04, Szi08]. Nous réutilisons ici ce principe pour **garantir l'intérêt du récit** qui est produit. Cependant notre approche ne se limite pas à l'intensité dramatique et permet **la définition de plusieurs quantificateurs**.

L'état du récit repose donc avant tout sur la valeur des quantificateurs a un moment donné. Ces valeurs sont cruciales puisqu'elles dénotent la qualité courante du récit. C'est à partir de celles-ci qu'**un superviseur autonome** doit-être à même de **contrôler le récit**. Il est donc indispensable de faire évoluer ces valeurs au plus proche de l'état réel du récit, rappelons que les quantificateurs se situent au niveau du modèle.

#### 4.4.2.2 Pondération des évènements

Ainsi **l'évolution de l'état du récit** est maintenu par la pondération des évènements. Pour chaque quantificateur, les évènements sont jugés comme **une augmentation ou une diminution de leur valeur**. Ce jugement qualitatif est apporté par l'auteur a chaque événement. En effet, le maintien au plus proche de l'état réel est nécessaire afin de garantir la pertinence des décisions prises quant à l'état du récit.

Cette attribution d'une variation du quantificateur a tel ou tel évènement est donc de la responsabilité de l'auteur. De son point de vue subjectif, il a la tâche de **définir comment un évènement impact les quantificateurs** du modèle. En reprenant l'exemple de l'intensité dramatique que nous avons précédemment cité, l'auteur doit classer les évènements en deux groupes :

- **Les évènements augmentant la tension dramatique**, par exemple ceux menant un joueur d'un jeu vidéo vers une défaite ;
- **Les évènements baissant la tension dramatique**, à contrario, ceux menant vers une victoire.

Cette classification doit ainsi permettre de savoir si chaque évènement entraine une diminution ou une augmentation de la tension dramatique. L'auteur doit ensuite **dimensionner ces évolutions** en fonction des évènements, attribuant des **amplitudes de variation différentes** entre chacun

des évènements. Cette valorisation permet au superviseur de disposer **des points d'observation** nécessaires à ses prises de décisions.

Si **les modèles** que nous avons vus dans la sous-section précédente permettent de **garantir des propriétés structurelles** au récit, en contraignant l'ordonnancement des évènements qui y prennent place, **les quantificateurs** quant à eux offrent **un contrôle sur la qualité du récit**. Ces paramètres subjectifs sont définis entièrement par l'auteur, de leurs courbes optimales à leurs évolutions en fonction des événements produits. Notre approche propose ainsi **une vérification hybride de propriétés**, **à la fois structurelle et qualitative**.

#### 4.4.2.3 Vérification de propriétés

La nécessité de proposer **une œuvre partielle** impose certaines contraintes à l'auteur. Celui-ci doit **déstructurer** son œuvre pour laisser un espace de liberté au spectateur. Cette dé-construction fait apparaitre une complexité qui peut **limiter l'auteur dans sa créativité ou devenir ingérable**. La même problématique est posée lorsqu'il est nécessaire de garantir le respect du cadre narratif de l'auteur. En effet le spectateur, en explorant son espace de liberté, doit-être accompagné pour **rester dans le cadre narratif** défini et n**e pas désorganiser le récit en cours** de production. Ce dernier doit-être comparé aux objectifs structurels et qualitatifs fournis afin de déterminer un éventuel état d'erreur.

Dans nos travaux nous utilisons le *model-checking* sur notre modèle à base de réseau d'automates. Le *model-checking* permet de **parcourir l'ensemble des états possibles du modèle** d'un procédé au travers d'une analyse d'accessibilité. Ce parcours permet alors aux algorithmes de *model-checking* d'effectuer **une analyse de chaque état de ce système sur un certain nombre de propriétés**. Il est ainsi possible de vérifier qu'un état, désigné comme mauvais dans le modèle, n'est pas accessible. Lors du parcours, si cet état n'est jamais atteint, il est possible de conclure que le système qu'il représente ne sera jamais dans cet état de faute. D'autres propriétés classiques du modèle peuvent être vérifiées :

- **sûreté** : sous certaines conditions un évènement ne doit pas se produire ;
- **vivacité** : sous certaines conditions un évènement finira pourra avoir lieu ;
- **équité** : sous certaines conditions un évènement arrivera infiniment souvent ;
- **accessibilité** : un état donné du système peut être atteint ;
- **absence de blocage** : le système ne se trouve jamais dans une situation où il ne peut pas progresser.

Les algorithmes de *model-checking* permettent donc de vérifier qu'un modèle donné satisfait aux contraintes qui lui sont imposées sous la forme de **spécifications de propriétés**. Le modèle doit être **une représentation fidèle du procédé à vérifier** afin de s'assurer que, si le modèle est vérifié, alors le procédé est lui aussi vérifié.

Cette méthodologie a déjà été employée, notamment dans [CPE05], afin de vérifier **un scénario modélisé en logique linéaire**. L'application du *model-checking* aux automates de notre modèle formel permet ainsi de vérifier **les propriétés structurelles** du récit lors de la phase de conception de l'auteur : vivacité, abscence de blocage, ... En revanche, pour **les propriétés qualitatives** nécessaires à la représentation, nous reposons sur les **quantificateurs** précédemment définis. Lors de la détection d'une mauvaise valeur de l'un d'entre eux, une valeur souhaitée est sélectionnée, et **une recherche d'accessibilité** est lancée. Cette recherche parcours les états possibles du système jusqu'à trouver un état où la valeur du quantificateur est à la valeur recherchée. Le chemin menant à cet état est alors produit pour **ramener le récit dans les bornes de qualité spécifiées**.

### 4.4.3 Supervision de l'exécution

Dans notre approche, **les interactions de l'utilisateur avec le théâtre virtuel**, ainsi que **les évènements narratifs** émis spontanément par ce dernier, sont modélisées sous la forme **d'évènements** dans un réseau d'automate. Lors de la représentation de la narration interactive, lorsque le spectateur éprouve l'œuvre plusieurs taches sont nécessaires.

Tout d'abord, ce **modèle doit être maintenu à jour**, en y tirant les transitions dont les évènements sont produits en jeu. Cette fonction permet de **synchroniser le modèle avec le procédé** en cours d'exécution. Cependant **les évènements inaccessibles**, qui ne peuvent déclencher sur aucune transition dans le réseau, **sont refusés** par le superviseur. Ainsi les propriétés structurelles sont garanties, puisque seuls les successions d'évènements prévus sont accessibles au joueur. En effet, l'évènement n'a pas été appliqué au modèle, puisque non-accessible dans cet état du récit, il ne peut donc se produire. Dès lors, le superviseur dispose d'un modèle en permanence mis à jour, et dont les quantificateurs évoluent.

Ce modèle doit être **observé** afin de vérifier son état. Ainsi **les quantificateurs sont suivis**, et leurs valeurs en permanence **comparées aux valeurs de leurs courbes optimales**. Lorsqu'un ou des quantificateurs sortent de ces valeurs, alors **un état mauvais du récit et détecté**. Cette détection déclenche un mécanisme de vérification et de contrôle.

L'état mauvais du récit sert de point de départ à **une recherche d'accessibilité**. Celle-ci doit permettre de déterminer si, à partir de cet état mauvais, il est possible de **rejoindre un état acceptable** du récit. Les valeurs des quantificateurs recherchés sont déterminées par leur courbe optimal propre. Ces valeurs définies, le superviseur va rechercher un état où les quantificateurs les satisfont. Ainsi **l'ensemble des états en avals de l'état mauvais sont parcourus jusqu'à trouver un état satisfaisant à la recherche** ou bien jusqu'à avoir parcouru l'ensemble des états sans avoir trouvé satisfaction.

Si un état satisfaisant est trouvé, **les évènements du chemin y menant**, depuis l'état mauvais, sont utilisés pour contrôler le théâtre virtuel. Ainsi le superviseur **dirige périodiquement le récit** afin de remettre celui-ci dans les bornes de qualité définies par l'auteur. Ces évènements sont envoyés en tant que commande au théâtre qui les exécute. Il ne peut s'agir bien sur que **d'évènements contrôlables** par le superviseur, les évènements du spectateur étant ainsi incontrôlables, il ne peut les contraindre.

Dans notre superviseur, nous avons ainsi réparti ces rôles entre trois agents :

- **L'agent observateur** :vérifie l'état des quantificateurs du modèle vis à vis de leurs courbes optimales ;
- **L'agent scénariste** : maintien à jour du modèle selon les évènements reçus du théâtre virtuel ;
- **L'agent directeur** : lors d'un état d'erreur du récit, il recherche un chemin vers un état acceptable, et contrôle le théâtre virtuel pour emprunter ce chemin.

Cette approche de supervision multi-agent a été **largement utilisée**, notamment dans SAGA [MBP04, MPB01]. Ce superviseur propose cinq agents : scénariste, directeur, réflexion, narration et facilitateur. Comme l'équipe du GAIPS nous **isolons les différentes fonctionnalités dans des agents autonomes**. En revanche nous proposons un sous ensemble de ceux-ci, notre modèle ne nécessitant pas d'autres manipulation ou d'autres modèles. L'exécution du superviseur pour la mise en œuvre de nos travaux, qu'il s'agisse des modèles ou de la vérification en ligne, est donc **basée sur une approche déjà employée** et décrite dans des travaux antérieurs.

Dans la suite de ce document, nous allons montrer comment le fait d'aborder la narration interac-

tive comme une œuvre en mouvement permet d'obtenir un meilleur équilibre, et une répartition efficace des tâches, dans la co-création.

# Deuxième partie

# La narration interactive comme œuvre en mouvement

# Chapitre 5

# Production interactive d'œuvres

---

**La première partie de ce document** nous a permis de présenter **le contexte et les enjeux de la narration interactive**. Ainsi, dans le premier chapitre, nous avons présenté les travaux des narratologues sur **l'analyse du récit**. Ceux-ci proposent **des structures narratives** modélisant les déroulement types de récits. Construites sur les notions d'archétypes, **d'actants**, des protagonistes et **de fonctions narratives**, ces structures permettent aux narratologues de développer des théories sur des catégories de récits plutôt que sur un récit en particulier. Ainsi, ils utilisent cette modélisation pour effectuer **des comparaisons et des généralisations** entre différents récits. Cependant, dans notre étude, nous sommes intéressés par une démarche inverse : si la structure narrative est issue de l'analyse de différents récits, il est possible **d'obtenir de nombreux récits à partir de l'une d'entre elles**. Nous avons présenté les étapes permettant d'obtenir un tel résultat : la structure narrative est instanciée dans un univers, une diégèse particulière, créant ainsi les acteurs et les évènements des récits possibles. **Un sous-ensemble des évènements est ensuite sélectionné par l'auteur pour former le récit**.

Le chapitre 3 présente **les enjeux dans le cas particulier de la narration interactive**. Ainsi, celle-ci représente une forme particulière de création : le public y est impliqué et doit influer sur le récit produit. Cette nouvelle modalité a d'une part des avantages. Le premier est qu'elle va permettre au spectateur de **s'impliquer dans l'œuvre** qu'il est en train d'expérimenter et d'avoir un impact sur les évènements produits. Le second est que les échanges nécessaires vont également permettre au public de **s'immerger plus aisément dans le récit** qui lui est proposé, son attention est plus facilement focalisée. Mais cette redistribution des rôles dans le processus narratif fait naître des problématiques. Ainsi nous avons identifié deux verrous majeurs : l**a construction d'une œuvre manipulable par le public** pour créer le récit, et **la réalisation effective du récit** pendant ce processus. Dans ces deux processus **la tension entre auteur et spectateur**, l'équilibre entre la garantie du récit produit et la liberté, impose des contraintes. Ainsi, l'auteur doit-il proposer **une œuvre telle qu'il y existe un espace de liberté pour le spectateur**. De plus **les instructions contenues dans cette œuvre intermédiaire** sont nécessaires et doivent être respectées lors de la réalisation du récit. Il est donc nécessaire de **superviser** cette exécution afin d'en contrôler les modalités.

Le socle de l'articulation entre auteur et spectateur se fait par **ce prototype de récit** fourni par l'auteur. Il est donc nécessaire, avant de proposer une supervision de la narration effectuée par le spectateur, d'avancer sur **sa construction et sa définition** par l'auteur. Nous souhaitons **nous inspirer de la narration linéaire** afin d'utiliser un processus similaire à celui employé par les

narratologues. Ceux-ci ne peuvent cependant pas être appliqués tels quels, puisque nous sommes ici dans un contexte particulier laissant une place au spectateur. Nous souhaitons donc **déstructurer le processus de narration classique** afin de créer la place nécessaire au spectateur pour s'impliquer dans la construction du récit.

Ce chapitre doit permettre d'effectuer cette **adaptation du modèle de la narration classique**. Nous souhaitons étudier les œuvres qui sont **d'ores et déjà réalisées en co-production** entre un auteur et une tierce personne. L'analyse de ces méthodes doit nous permettre de proposer **leur transposition pour la narration**, en utilisant des processus similaires. Pour ce faire nous effectuons une revue du concept **d'œuvre en mouvement** proposé par *Umberto Eco*. Sous ce terme, *U. Eco* classe les œuvres qui n'ont pas de réalisation unique, mais des formes diverses. Cette polymorphie est due à la présence d'un médiateur qui, selon ses propres modalités et à partir d'une œuvre partielle de l'auteur, créé l'œuvre en mouvement. Cet intermédiaire, nommé **interprète**, est une variable dans la construction de l'œuvre qui modifie le résultat final. Ainsi différents orchestres jouant le même concert auront des nuances dans leurs résultats du fait notamment des différences entre musiciens, tant dans leur personnalité que dans leur technicité. A l'instar du curseur que nous avons introduit pour la narration interactive, nous allons voir que **la liberté de l'interprète peut être variable.** En effet l'œuvre en mouvement est créée à partir d'une œuvre inachevée proposée par l'auteur. Mais celle-ci peut être **inachevée à plusieurs degrés**, laissant peu de liberté à l'interprète ou bien au contraire s'en remettant majoritairement à lui. Cette étude doit nous permettre d'**extraire les processus et objets nécessaires** à la réalisation d'une œuvre en co-production. Notre objectif est ensuite, il s'agit là du propos du prochain chapitre, d'appliquer ceux-ci à la narration interactive, et plus particulièrement à celle prenant place dans un jeu vidéo.

## 5.1 La coproduction d'œuvres

Chaque forme d'art, avec ses courants et techniques particulières, peut utiliser des méthodologies et des outils différents pour produire une œuvre. Ainsi dans les beaux-arts créer un tableau en utilisant de la peinture à l'huile n'implique pas les même processus et pratiques que, par exemple, le dessin au fusain. Il est cependant possible d'extraire des similitudes en généralisant les processus jusqu'à obtenir **une méthodologie de la production de l'œuvre**.

Mais proposer une analyse générique des procédés de création, tout en incluant la contrainte d'intervention d'**un spect-acteur**, est une tâche complexe. Car si les différences dans les contenus cibles sont un premier obstacle, **les nécessaires échanges entre l'auteur et le public** apportent des questionnements supplémentaires : l'auteur et le public doivent-ils être physiquement en présence pour que cet échange puisse avoir lieu ? quels responsabilités l'auteur délègue t-il au public ? quelle est la forme du contenu transmis par l'auteur ?

L'abstraction de ces concepts, nécessaire à l'élaboration d'une théorie de la coproduction de l'œuvre, permet de poser un cadre général de réalisation avant son **instanciation à une œuvre particulière, dans notre cas la narration**. Afin de définir ce cadre, nous utiliserons le point de vue adopté par *Umberto Eco* [Eco85]. En analysant la transmission du message d'une œuvre d'un auteur au public, celui-ci propose une approche de la coproduction définissant un cadre très large quant aux possibilités qu'il englobe. A partir des œuvres « traditionnelles », (dont l'auteur assume seul la conception) qu'il déconstruit, *Umberto Eco* énonce le principe « *d'œuvres en mouvement* », élaborées par un interprète à partir d'instructions données par l'auteur.

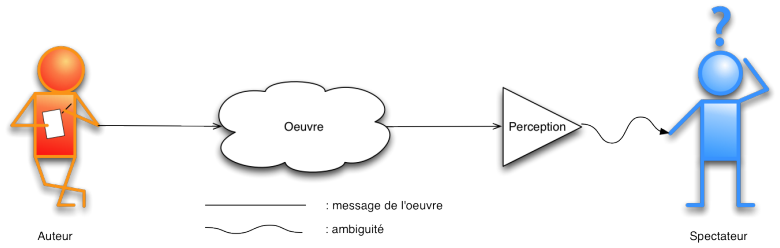


FIGURE 5.1 – Transmission d'un message au travers d'une œuvre.

### 5.1.1 Les œuvres classiques

*Umberto Eco* dans son texte « *L'œuvre ouverte* » [Eco65] étudie les échanges qui se produisent entre un auteur et son public lors de la vie d'une œuvre. **L'œuvre est le résultat d'une production artistique** réalisée par un auteur qui souhaite transmettre un message, qu'il s'agisse d'informations ou d'idées. Ainsi l'artiste créé-t-il une œuvre pour incarner ce message, selon son art il peut s'agir d'un objet ou d'une performance. Cependant si cette signification est insufflée dans l'œuvre par l'auteur, **sa perception telle quelle par le public n'est pas garantie**.

En effet lorsqu'une personne s'approprie une œuvre, en devenant son spectateur, elle l'aborde du point de vue de sa propre personnalité en y appliquant différents filtres qui peuvent être culturels, sociaux ou temporels (cf. figure 5.1). Le message qui sera alors restitué au spectateur ne sera pas celui de l'auteur mais ce message passé au travers de ces divers filtres. Cette modification peut avoir divers degrés d'influence sur le message initial, allant de la restitution quasi parfaite à la détérioration totale. **Toute œuvre est ambigüe**.

> *« L'œuvre d'art est un message fondamentalement ambigu, une pluralité de signifiés qui coexistent en un seul signifiant » Umberto Eco [Eco85]*

Cette ambigüité intrinsèque de l'œuvre peut être vécue comme un frein pour le créateur qui voit sa volonté initiale contrariée. Mais elle peut être également un atout considérable dans la communication qu'il établit avec son public. Au lieu de combattre cette ambigüité naturelle, l'auteur peut l'utiliser pour jouer avec le spectateur, ou bien se jouer de lui. En ce qui concerne le public, c'est une nouvelle forme d'appréhension de l'œuvre et du message de l'auteur. Ce dernier lui offre un espace d'interprétation, une liberté supplémentaire. L'ambigüité de l'œuvre est alors assumée et devient une fin explicite.

### 5.1.2 Les œuvres ouvertes

Les œuvres qui permettent ce premier pas vers les échanges entre auteur et spectateurs sont appelées par *Umberto Eco* **« les œuvres ouvertes »**. Cette ouverture à l'interprétation leur confère leur caractère unique. L'artiste embrasse l'ambigüité intrinsèque de l'œuvre et se sert de ce paramètre pour en modifier la portée. La définition suivante peut synthétiser le propos de *Umberto Eco* sur cette œuvre ouverte.

**Définition 5.1.2.1** (***Œuvre ouverte***) Une œuvre ouverte est une œuvre dont l'artiste laisse libre à

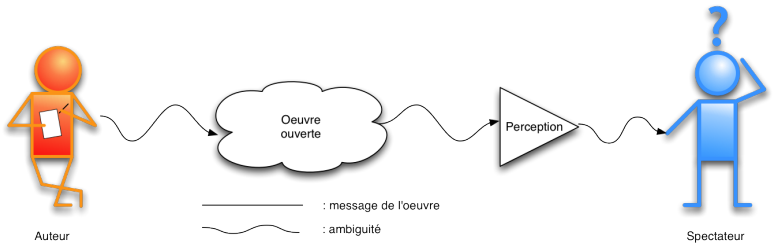


FIGURE 5.2 – Jeu de l'ambigüité dans une œuvre ouverte.

l'interprétation tout ou partie du signifié. Cette liberté se concrétise notamment par des vides dans le signifié de l'œuvre que l'artiste laisse vacant afin que le spectateur puisse lui-même combler par ses propres interprétations.

L'œuvre ouverte est donc un **premier niveau de dialogue** entre l'auteur et le spectateur. Elle permet au spectateur de ne pas recevoir nécessairement le même message qu'un autre spectateur, ni d'en faire la même interprétation à chaque fois qu'il la consulte. Si ça forme est figée, l'expérience qu'elle propose au spectateur peut varier, pour un spectateur unique à chaque consultation et pour chaque spectateur entre eux. Le créateur décide donc de jouer avec les filtres perceptuels du spectateur (cf. figure 5.2). Il n'est cependant pas encore possible de parler de réelle co-production entre l'auteur et le spectateur.

Ainsi l'auteur garde la main mise sur l'ensemble du processus de production et l'œuvre consultée est la même, physiquement, pour tous les spectateurs. En revanche les différences d'interprétation et les signifiés possibles sont plus importants que pour une œuvre classique, car ils ont été ancrés dans l'œuvre par l'auteur et s'ajoutent aux biais naturels. Ce processus peut être vu comme **une interaction muette** : l'auteur interagit avec le public pour la construction de l'interprétation que ce dernier va avoir de l'œuvre. Cependant ces échanges ne sont pas matérialisés, l'œuvre n'est ni manipulée ni augmentée par le public, et le créateur n'a pas de contrôle direct sur l'expérience que va vivre le public.

**Exemple 5.1.2.1** (***Œuvre ouverte***)

Les œuvres dramatiques dont la fin est volontairement laissée indéfinie par l'auteur peuvent être considérées comme ouvertes puisqu'elles suscitent une réflexion chez le récepteur qui doit inférer les faits d'après sa compréhension de l'intrigue. Il en est ainsi par exemple pour de David Lynch. Le spectateur doit compléter, par ses propres éléments, les vides laissés dans l'œuvre par l'auteur.

Cette forme d'œuvre énoncée, *Umberto Eco* propose d'aller plus loin dans ce processus de partage entre l'auteur et une tierce personne. L'auteur, en acceptant de perdre le contrôle sur une partie de l'œuvre, peut offrir la possibilité à cette dernière de créer l'œuvre avec lui, de lui donner corps. Cette forme de coproduction est nommée par *Umberto Eco* « *l'œuvre en mouvement* ».

### 5.1.3 Les œuvres en mouvement

Si dans une œuvre ouverte l'auteur souhaite utiliser l'ouverture précédemment définie pour influer sur la perception qu'aura le destinataire de l'œuvre, il est possible de développer ce concept à

un niveau plus avancé encore. En effet, l'auteur ne propose plus une œuvre sous sa forme finale, comme le sont les œuvres classiques et les œuvres ouvertes, mais **sous une forme inachevée, qui nécessite un travail et une implication supplémentaire pour être terminée**. La liberté n'est plus alors seulement une interprétation subjective et personnelle, elle devient une interprétation tangible, l'interprétation réelle de l'œuvre.

Pour permettre une telle construction par autrui, le créateur doit utiliser une autre forme d'œuvre. En effet si il propose une œuvre terminée, qui ne prête pas à construction, l'échange se limitera à celui d'une œuvre ouverte. Il est donc nécessaire qu'il propose non plus une œuvre sous sa forme finale, mais une œuvre qu'il est possible de manipuler, d'assembler. *Umberto Eco* nomme ce type d'œuvre, **une « *œuvre inachevée* »**.

**Définition 5.1.3.1** (***Œuvre inachevée***) L'œuvre inachevée est une œuvre incomplète, partielle, fournie par l'auteur pour une interprétation future et qui sert de base à l'élaboration d'une œuvre. Elle est formée d'un **contenu**, la partie du signifié assumée par l'auteur, et de **règles** permettant l'élaboration de l'œuvre finale.

L'auteur doit donc modifier ses outils de création pour produire un prototype d'œuvre au lieu d'une œuvre à part entière. Ce modèle, l'œuvre inachevée, doit contenir deux ressources fondamentales :

- **Le contenu artistique** : les parties artistiques de l'œuvre, ayant trait à sa construction ;
- **Les règles d'élaboration** : la méthode d'assemblage du contenu artistique pour obtenir l'œuvre finale à partir de l'œuvre inachevée.

L'œuvre inachevée n'a pas d'existence en tant qu'œuvre « classique » tant qu'elle n'a pas été construite. Cette construction a lieu lors d'une **représentation** où **l'interprète** assemble le contenu issu de l'œuvre inachevée grâce aux règles d'élaboration fournies afin d'obtenir l'œuvre finale. Umberto Eco appelle « **œuvres en mouvement** » les œuvres ainsi produites.

**Définition 5.1.3.2** (***Œuvre en mouvement***) L'œuvre en mouvement est une œuvre qui ne prend corps que lors d'une coopération entre l'auteur et un ou plusieurs interprètes. Les œuvres en mouvement peuvent être, entre autre, reconnues par la nécessité de citer l'interprète en plus de l'auteur pour les désigner.

Dans une œuvre en mouvement, c'est donc l'interprète qui réalise l'acte final de création. A l'aide de l'œuvre inachevée, lors d'une représentation dont la forme variera selon le type de l'œuvre à construire, il donne corps à l'œuvre finale : **l'œuvre en mouvement**. Celle-ci n'est pas une création originale de l'interprète. En effet, l'auteur de l'œuvre a défini les éléments nécessaires à son existence. Elle partage donc un ensemble de caractéristiques avec les autres représentations de cette œuvre inachevée originale. Ces représentations pourront d'ailleurs être réalisées par le même ou un autre interprète.

Mais l'interprète a bel et bien un rôle dans l'œuvre en mouvement, sans lui elle ne pourrait exister. Cet échange au travers de l'œuvre inachevée entre l'auteur et l'interprète peut s'effectuer selon plusieurs modalités. Si l'auteur prend en charge la création d'une partie du contenu artistique et de la méthodologie quant à l'assemblage, le degré de liberté laissé à l'interprète peut varier. Ainsi une œuvre inachevée peut être très **directrice**, laissant peut de place à l'interprète, ou au contraire très **libre**. Nous pouvons donner quelques exemples illustrants ces différences.

**Exemple 5.1.3.1** (***Œuvre en mouvement depuis une œuvre)faiblement inachevée***)

1. **Une partition de musique** peut être considérée comme une œuvre inachevée. Il est nécessaire qu'un musicien interprète cette partition pour donner vie à la musique, l'œuvre en mouvement, lors d'une représentation. Chaque musicien pourra interpréter, plus ou moins librement, cette partition à sa manière, donnant des récitals différents.**Le contenu de cette œuvre inachevée est la succession totale des notes**, et **des règles d'élaboration l'ensemble des indications de l'auteur** tels que crescendo, fortissimo et autres termes musicaux. La responsabilité du contenu est intégralement assumée par l'auteur qui fourni celui-ci sous une forme figée. La responsabilité de l'interprète est donc limitée à la performance de l'œuvre plus quelques éléments d'interprétations.
2. **Une pièce de théâtre** est une œuvre inachevée. Si elle contient un grand nombre d'informations et peut être consultée sous la forme produite par son auteur, il est également essentiel de prendre en compte sa représentation. Chaque troupe et chaque metteur en scène qui va travailler sur une interprétation particulière de cette pièce donnera personnalisera l'œuvre et lui donnera un point de vue particulier. **Le contenu de cet œuvre inachevée est le récit**, ces personnages et évènements. **Les règles d'élaboration sont l'ensemble des indications de l'auteur** tels que le contenu du décor, la position des personnages ou bien encore les contraintes sur le jeu des acteurs.

**Exemple 5.1.3.2** (***Œuvre en mouvement depuis une œuvre fortement inachevée***)

1. Umberto Eco cite le Scambi de Henri Pousseur qui est composé de 16 partitions qui peuvent chacune être reliées à 2 autres. Le musicien choisit alors quelle succession de partitions il souhaite interpréter pour former la composition musicale. Dans cette œuvre, en plus des instructions que nous avons vues précédemment, « classiques » en musique, l'auteur donne un ensemble d'instructions quand à l'agencement possible entre les partitions disponibles. Le contenu est lui fractionné entre plusieurs partitions, laissant une plus grande liberté et une originalité combinatoire à l'interprète.

Ainsi, nous pouvons dès à présent synthétiser les éléments fondateurs de la coproduction d'une œuvre (cf. figure 5.3) :

| | |
|---|---|
| **Objets** | Œuvre inachevée<br>Œuvre en mouvement |
| **Processus** | Création<br>Représentation |
| **Entités** | Auteur<br>Interprète<br>Spectateur |

- ***Œuvre inachevée*** : œuvre créée par l'auteur. Matrice de l'œuvre finale, elle contient les éléments nécessaires à sa création : contenu artistique et règles d'assemblage ;
- ***Œuvre en mouvemen*t** : résultat de la représentation de l'œuvre inachevée par un interprète ;
- ***Création*** : définition par l'auteur de l'œuvre inachevée ;
- ***Représentation*** : manipulation de l'œuvre inachevée par l'interprète résultant en la création de l'œuvre en mouvement ;

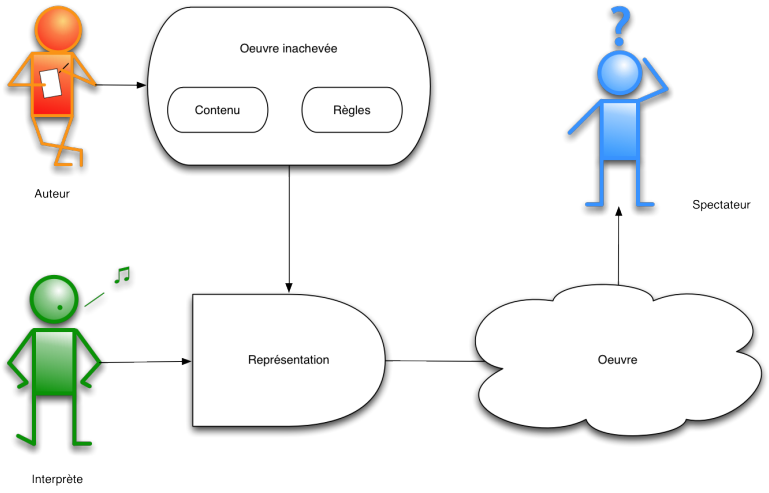


FIGURE 5.3 – L'œuvre en mouvement.

– ***Auteur*** : créateur de l'œuvre inachevée, il est responsable de sa création ;
– ***Interprète*** : il interprète l'œuvre inachevée lors d'une représentation ;
– ***Spectateur*** : destinataire de l'œuvre en mouvement créée lors de la représentation.

Ces éléments permettent de formaliser l'architecture et les éléments impliqués dans la coproduction d'une œuvre en mouvement. Cependant cette vision de la coproduction, si elle présente un intérêt certain, ne place pas encore les bases du cadre que nous souhaitons définir. En effet, ce formalisme définit une interaction entre l'auteur et l'interprète de l'œuvre mais dans ce contexte, le public est toujours cantonné dans un rôle passif. Une solution pourrait-être l'accession au rôle d'interprète du spectateur. Cependant cet échange n'est pas possible : **le public ne peut s'improviser interprète d'un quelconque art.** En effet, il ne maîtrise pas les techniques affiliées à cet art. Pour lui donner réellement les rênes de la création de l'œuvre en mouvement, il doit donc être assisté.

### 5.1.4 Du spectateur au spect-acteur

Nous avons vu précédemment que l'œuvre en mouvement est produite par un interprète, lors de la représentation d'une œuvre inachevée. Si cette création est bien une coproduction entre le créateur et l'interprète, elle n'est pas encore accessible au public.

En effet, le contenu de l'œuvre inachevée est un contenu artistique, fractionné en parties qui peuvent être assemblées, mais qui doit-être interprété. Or **le public n'est pas à même de manipuler le contenu pour lui donner corps** et réaliser l'œuvre en mouvement. Ainsi un spectateur pourra tenter d'interpréter *« Le Scambi »,* mais sans connaissances préalables du solfège et de l'instrument visé, il ne pourra respecter les instructions laissées par l'auteur sous la forme de partitions éparses. La qualité de l'œuvre en mouvement est aussi conditionnée aux **connaissances et à la technicité de l'interprète** qui va la réaliser, le spectateur ne pourra pas nécessairement apprécier l'œuvre en mouvement si elle est de piètre qualité ou si sa réalisation accapare toute sa concentration.

Dans ce cadre, Umberto Eco divise **la représentation** en deux actes distincts. D'une part, **la production du contenu** de l'œuvre en mouvement : c'est l'assemblage du contenu fractionné au re-

gard des règles d'assemblage proposées et d'autre part la **synthèse de l'œuvre en mouvement** : il s'agit ici de création effective de l'œuvre dans sa dimension matérielle (musique, image, ...).

La représentation permet donc tout d'abord **d'assembler** le contenu de l'œuvre en mouvement. Celui-ci est composé de l'ensemble ou d'un sous-ensemble du contenu de l'œuvre inachevée. Les contenus sélectionnés et leur ordonnancement dans une œuvre en mouvement donnée est singulier, spécifique, car issu des choix de l'interprète . Ce contenu doit ensuite être réalisé pour donner corps à l'œuvre en mouvement. La représentation permet donc également la perception par un public de l'œuvre qu'elle créé par sa réalisation, sa **synthèse**.

Cependant si la production du contenu est possible, sous un certain nombre de conditions (règles d'assemblages simples), pour un non initié, **la synthèse** semble en revanche être inaccessible pour une personne ne maitrisant pas la technicité de l'art. Ainsi, dans l'exemple du *« Scambi »* que nous avons cité précédemment, il est possible pour un non-musicien d'assembler deux à deux les partitions selon les instructions de *H. Pousseur*, il est à contrario plus difficile d'imaginer cette même personne produire la musique issue de cet assemblage.

Cette dimension de la représentation, la synthèse de l'œuvre en mouvement, est un frein majeur dans la coproduction entre un auteur et le public. Si la médiation d'un interprète qualifié est souvent utilisée, les œuvres en mouvement **impliquant directement le public** sont peu nombreuses. Les tentatives qui ont été faites imposent de lourdes contraintes de réalisation et entravent les possibilités créatrices de l'auteur et du public. Nous pouvons cependant aborder les approches par pre-synthèse et par assistance d'un interprète.

#### 5.1.4.1 Approches par pré-synthèse

En effet pour passer cette barrière de l'interprétation, il est possible de « pré-synthétiser » le contenu que l'on souhaite voir manipuler par le public, lui laissant ainsi la seule responsabilité de l'assemblage du contenu selon un ordre qu'il pourra déterminer de manière autonome. Un des exemples de pré-synthèse du contenu d'œuvre inachevé que nous pouvons citer est celui des *"livres dont vous êtes le héros"*.

**Exemple 5.1.4.1** (***"Le livre dont vous êtes le héros"***)

Ces livres sont un exemple de représentation d'une œuvre en mouvement sans qu'une assistance d'un interprète ne soit nécessaire. L'œuvre inachevée est un livre dont le texte se présente sous la forme de paragraphes numérotés. Chaque paragraphe propose à la fin une alternative au lecteur sous la forme de numéros le renvoyant vers d'autres paragraphes. Ainsi selon ses choix celui-ci **créé une succession de paragraphes qui forment un récit**, l'œuvre en mouvement. Le lecteur incarne donc l'interprète de cette œuvre en mouvement en assemblant le contenu, selon les règles imposées par l'auteur (la numérotation des paragraphes et leurs enchaînements). Cependant le contenu, les paragraphes et l'histoire qu'ils contiennent, a été rédigé à l'avance, produit par un interprète, dans notre cas l'auteur en personne. Il est à noter que dans cet exemple, l'œuvre en mouvement n'est pas matérialisée physiquement : le récit créé par l'enchainement des paragraphes n'existe que dans la conscience du lecteur.

Cette méthodologie de construction permet d'offrir un premier rôle au spectateur dans la coproduction d'une œuvre en mouvement. Il assemble les parties d'une œuvre qui a été pré-produite pour lui. Cependant, **le contenu** de l'œuvre inachevé est figé, et ne peut être modifié directement ou bien

en temps réel pour s'adapter aux choix du spectateur. Toujours dans l'exemple du « *Scambi* », cette approche proposerait au public des enregistrements représentant chacune des partitions. Si celui-ci a alors la possibilité de les enchainer selon les règles spécifiées, les morceaux seront toujours identiques, leur interprétation artistique ne variant pas. Pour donner la possibilité au spectateur de manipuler le contenu de l'œuvre, et ainsi obtenir l'ensemble des responsabilités de l'interprète, il est nécessaire de lui porter assistance, de **le décharger des contraintes qui pèsent sur la synthèse du contenu**.

**La production du contenu** de l'œuvre est également impactée dans cette approche, en effet, le spectateur ne doit pas connaitre le contenu de l'œuvre à l'avance. De plus il ne peut manipuler de règles d'assemblage trop complexes n'ayant pas la formation nécessaire. L'auteur se voit donc réduit à proposer une œuvre inachevé où la liberté de l'interprète, ici le spectateur, est limité dans ses possibilités.

Pour circonvenir à ces limitations, il ne faut pas chercher à remplacer l'interprète ou à le retirer de l'équation. L'interprète est partie prenante de la coproduction et à un rôle déterminant dans la création de l'œuvre en mouvement. Cependant en ajoutant une interaction supplémentaire dans le processus, cette création peut alors donner lieu à une réelle coproduction entre l'auteur et le spectateur.

#### 5.1.4.2 Assistance d'un interprète

Lors de la représentation, l'interprète utilise l'œuvre inachevée pour créer une œuvre en mouvement. Lors de ce processus **il effectue des choix guidés par les règles d'assemblage laissées par l'auteur** afin de sélectionner des contenus et les synthétiser. Cette autonomie de décision peut lui être retirée et transférée au spectateur. Ce sont les choix de ce dernier qui définiront alors les contenus produits lors de la représentation.

Pour ce faire il est nécessaire de mettre en place **une interaction entre l'interprète et le spectateur** (cf. figure 5.4) pour que ce dernier ait accès au processus de création de l'œuvre en mouvement. Cette interaction doit avoir lieu au moment même où l'œuvre est produite, c'est à dire lors de la représentation. Le spectateur communique ses désirs, ses envies à l'interprète, qui utilise cette information pour manipuler l'œuvre inachevée. Le contenu alors produit de manière interactive est accessible au spectateur qui reçoit ainsi le retour des choix qu'il a effectués. Il est alors capable de réagir à cette œuvre pour fournir de nouvelles directives à l'interprète. Cette boucle, assumant deux rôles des acteurs du processus de l'œuvre en mouvement tel que nous l'avons défini précédemment, met le recepteur de l'œuvre dans une position particulière que nous pouvons désormais dénommer **spect-acteur** : elle regroupe les fonctions de réception de l'œuvre en mouvement, et de sa création à partir de l'œuvre inachevée.

Cette interaction est **directe entre le spectateur et l'interprète** : le premier transmet ses volontés au second qui exécute celles-ci au regard de l'œuvre inachevée. Mais elle est **indirecte dans la direction opposée**, l'interprète communique avec le spectateur, lui transfère le résultat de ses directives, au travers de l'œuvre en mouvement qui est en train d'être produite. Ainsi pour que le spectateur ait l'impression de manipuler directement l'œuvre, qu'il agit sur sa création, il est nécessaire que ses échanges avec l'interprète soient aussi transparents que possible : le spectateur doit ressentir son rôle dans la représentation de l'œuvre qui est en cours, **l'interprète n'étant alors qu'un facilitateur de ce rôle.**

La forme immédiate de cette communication est un choix du spectateur parmi les contenus possibles à un moment donné de la représentation. Mais comme nous l'avons vu précédemment, ce

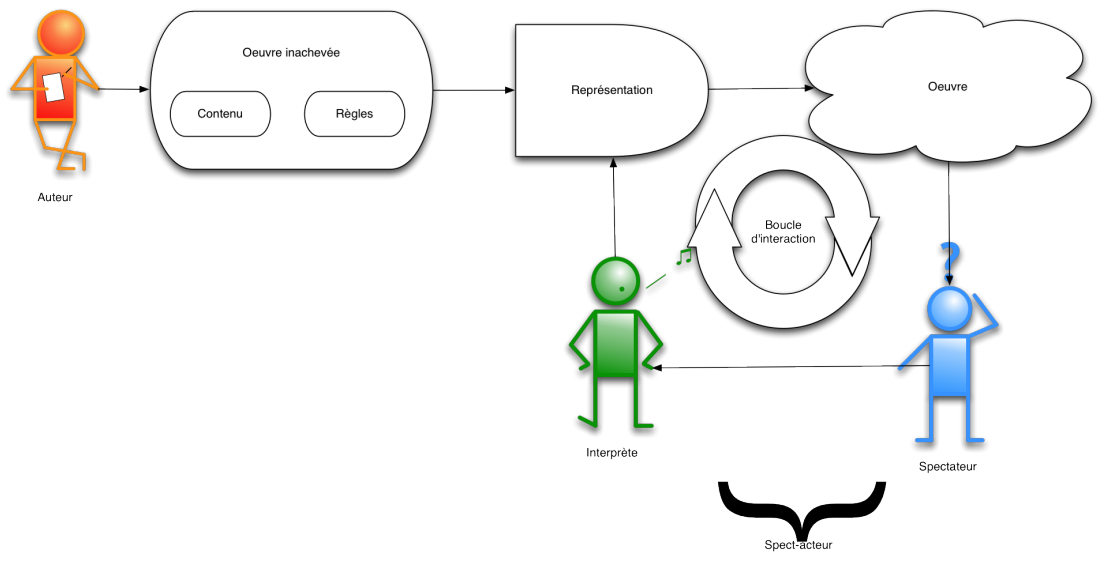


FIGURE 5.4 – Œuvre en mouvement avec implication du spectateur.

choix n'est pas nécessairement évident pour le spectateur, il ne peut évaluer la pertinence des différentes possibilités vis à vis de ses attentes ou de ses envies. **L'interprète doit donc, en plus d'assurer la synthèse de l'œuvre, assister le spectateur dans les choix qu'il effectue.** Il doit traduire les instructions du spectateur en un choix dans l'assemblage de l'œuvre inachevée. Cette traduction permet au spectateur de rester détaché de la mécanique de la création et de s'abstraire des contraintes techniques imposées par la manipulation de l'œuvre inachevée.

## Conclusion

L'analyse du paradigme de l'œuvre en mouvement proposé par *Umberto Eco* nous a permis de mettre en avant les forces à l'œuvre lors de la création d'une œuvre par co-production entre un auteur, un interprète et un spectateur. Cette description, générique pour l'instant, nous permet d'**aborder la narration interactive dans sa composante dynamique : la coopération entre un auteur et le public** dans le but de produire une œuvre au bénéfice de ce dernier. Nous avons dégagé deux étapes importantes dans ce processus.

Tout d'abord **l'auteur conserve un rôle de précepteur**. Il souhaite transmettre un contenu, un message, à un public et il le fait au travers d'une œuvre. Cependant il ne souhaite pas assumer l'entière responsabilité dans la création de cette œuvre, et en délègue une partie à une tierce personne. Pour que celle-ci puisse effectuer sa part de travail, **l'auteur doit lui proposer une œuvre particulière** : **une œuvre inachevée.** L'œuvre inachevée n'est pas une œuvre à part entière mais le patron, le mode d'emploi, pour la création de l'œuvre finale. Elle est composée d'un **contenu inachevé**, le cœur et le message de l'œuvre, qui est un contenu équivalent au contenu d'œuvres classiques mais déstructuré. Il s'agit de morceaux de l'œuvre qui devront être manipulés, assemblés par le co-producteur pour former l'œuvre finale. L'auteur accompagne cet acte de création en imposant dans l'œuvre inachevée des **règles régissant l'utilisation du contenu inachevé**. Ces règles lui permettent de garantir la qualité de l'œuvre finale et d'assurer la production d'une œuvre cohérente au regard du message qu'il souhaite transmettre. C'est dans l'œuvre inachevée que l'auteur réalise sa part de la coproduction, une fois le contenu et les règles définies, il la propose à

un interprète afin qu'il la manipule pour réaliser sa part de coproduction. De ce processus né une œuvre singulière à chaque représentation : **l'œuvre en mouvement.**

Une fois l'œuvre inachevée créée, l'œuvre en mouvement prend corps lorsqu'une personne manipule l'œuvre inachevée lors d'une **représentation**. Cette représentation consiste à assembler tout ou partie du contenu inachevé au regard des règles imposées : c'est **la production du contenu de l'œuvre en mouvement.** Mais les œuvres ne peuvent pas être manipulées directement par **le public**, en effet selon le domaine concerné, des connaissances techniques peuvent être nécessaires à la synthèse du contenu de l'œuvre en mouvement, sa réalisation effective. Il est nécessaire de passer par l'intermédiaire d'**un interprète**, expert dans l'art concerné, qui prend en charge cet acte. De plus, apercevoir les rouages et les mécanismes de construction de l'œuvre en mouvement lors de son appropriation peut être un frein pour le public. L'interprète à donc un rôle primordial d'assistance au public lors de la représentation, il l'accompagne dans le processus de création du contenu de l'œuvre en mouvement et assure sa synthèse, sa création effective. Il est donc nécessaire de créer une **interaction entre l'interprète et le spectateur** lors de la représentation afin que celui-ci puisse réellement co-produire l'œuvre. Ainsi ce dernier transmet-il ses envies et choix à l'interprète qui les traduits en contenu en fonction des règles imposées par l'auteur. Le résultat est alors transmis au spectateur au travers de l'œuvre créée, la boucle d'interaction est fermée et se répète tout au long de la représentation jusqu'à obtenir l'œuvre en mouvement. Et c'est de cette fusion entre interprête et spectacteur qu'apparait le rôle de **spect-acteur**.

## 5.2 L'interprète au sein de la représentation

Nous avons vu dans la section précédente que la co-production d'une œuvre en mouvement par un auteur et un public nécessite la présence d'une entité médiatrice sous la forme d'un interprète. Celui-ci a en charge la réalisation effective de l'œuvre sous la contrainte à la fois de l'auteur, au travers de l'œuvre inachevée, mais également du public, duquel il reçoit des instructions. Ces contraintes se matérialisent par la présence **de boucles d'interaction** entre d'une part **l'interprète et l'œuvre inachevée** et d'autre part **l'interprète et le public**. Ce sont alors des tâches réalisées par l'interprète que dépend la qualité de l'œuvre en mouvement et donc de l'expérience du public. Cette expérience est double pour le public, celle d'un acteur de l'œuvre en mouvement et celle du spectateur de cette œuvre.

Ainsi l'interprète peut être un frein au processus de création, exposant trop le public aux mécanismes liés à la production (par exemple le choix de règles particulières ou la sélection explicite de contenus) ou synthétisant une œuvre de piètre qualité. A contrario, un interprète efficace rendra insensible pour le public la représentation, donnant l'illusion à celui-ci d'être la seule force en présence dans la création de l'œuvre en mouvement. Il est donc indispensable, dans le but de créer un système de co-production, de s'assurer de l'efficience de l'interprète en présence.

Dans cette section nous proposons **une analyse des interactions qui ont lieu lors de la représentation d'une œuvre en mouvement entre à la fois l'interprète, le public et l'œuvre inachevée**. La définition de ce processus nous permettra, alors, de mettre en avant **les fonctionnalités indispensables à une bonne interprétation**.

### 5.2.1 Représentation et interactions

La première interaction prenant place dans le processus de représentation est **l'échange d'informations entre le spectateur et l'interprète**. Ainsi le public va t'il demander à un musicien de

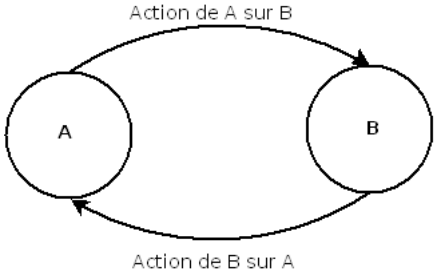


FIGURE 5.5 – Représentation du concept général d'interaction.

changer de tempo ou de manière plus subjective décrire le style de musique qu'il souhaite entendre. L'interprète doit alors analyser ces informations pour prendre les décisions nécessaires à la production de l'œuvre en mouvement. Cet échange s'apparente à une communication, à la transmission d'informations d'une personne à une autre. Nous aborderons donc cette première interaction sous l'angle d'**un dialogue** et de sa formalisation : le schéma communicationnel.

La seconde interaction, entre **l'auteur et l'interprète**, est une communication particulière puisqu'il s'agit du communication asynchrone. L'interprète n'échange pas directement avec l'auteur mais utilise les informations laissées par celui-ci sur un média pour créer l'œuvre en mouvement. Cette interaction même si elle s'apparente à une communication doit-être définie pour comprendre la place de l'œuvre inachevée dans le processus de création.

Avant toute chose, il semble indispensable de clarifier les termes employés lorsqu'il est question d'interaction. En effet, il faut éviter toute ambiguité dans les notions et concepts qu'ils représentent. Afin de poser un socle commun à l'analyse des interactions, une définition issue du *Larousse* de ces termes est ici présentée.

**Définition 5.2.1.1** (***Interaction***) Action réciproque, l'un sur l'autre, de deux objets.

**Définition 5.2.1.2** (***Interagir***) Avoir avec quelque chose d'autre une action réciproque.

**Définition 5.2.1.3** (***Interactif***) Se dit de phénomènes qui réagissent les uns sur les autres.

L'interaction dans son acceptation la plus large est donc le processus qui exprime le fait que deux ou plusieurs systèmes interactifs ont **une action réciproque l'un sur l'autre** comme le représente la figure 5.5. Lors d'une interaction entre deux objets une boucle de proactivité se créée entre eux entrainant leurs modifications réciproques. Cette boucle donne lieu à une production ou une modification des entités. L'interaction est un phénomène courant et largement étudié, nous en donnons ci-dessous quelques exemples.

**Exemple 5.2.1.1** (***Exemples d'interactions***)

1. **La gravitation** est une interaction physique qui, de part la masse des objets concernés, entraine une attirance réciproque des objets. Ainsi deux planètes s'attirent-elles réciproquement, modifiant chacune leur position.

2. **La symbiose** est une interaction biologique entre deux ou plusieurs espèces qui se fournissent mutuellement des services. Ainsi l'espèce humaine est-elle en symbiose avec les bactéries de son système digestif. Les bactéries permettent l'absorption des nutriments par le corps humain, et l'individu pourvoit aux besoins de celles-ci.
3. **Un dialogue** entre deux personnes est une interaction humaine. Séquentiellement, chaque interlocuteur communique des informations à l'autre, chacun réagissant aux informations précédentes en fonction de sa personnalité. La métaphore de la conversation est d'ailleurs utilisée pour définir les éléments de qualité d'un processus interactif et nous aborderons ce point plus tard. Il s'agit d'ailleurs d'une métaphore célèbre de l'interaction réalisée par *C. Crawford*, dont nous avons déjà parlé précédemment.

De ces exemples, il apparaît que les interactions peuvent être de formes diverses et variées. En plus de cette diversité, il est également à noter que différents niveaux de granularité et de complexité sont envisageables. En effet si, par exemple, la symbiose peut être vue comme une interaction en soit, il est également possible de considérer l'intégralité des interactions qui s'effectuent entre les espèces, par exemple la prédation, la concurrence ou le parasitisme. Dès lors il ne s'agit plus d'une interaction mais d'un ensemble d'interactions s'inscrivant dans un système complexe.

Ces interactions ont des causes et fonctionnement divers, ainsi la gravitation ne met pas en jeu les mêmes propriétés qu'un dialogue entre deux personnes. Les entités impliquées ainsi que les causes de l'interaction sont différentes. Nous limiterons notre étude à la forme d'interaction particulière qu'est la dialogue : la communication d'informations entre deux entités.

### 5.2.2 Schéma communicationnel

Un dialogue entre deux personnes est une succession d'étapes allant de **l'émetteur** du message jusqu'au **récepteur** afin de **transmettre une information**. Cette communication unidirectionnelle est ensuite répétée en inversant les rôles d'émetteur et de récepteur formant ce qu'on appelle alors une boucle d'interaction.

Les étapes d'une discussion peuvent-être séparées en quatre tâches. Celles-ci se répartissent à la fois dans **l'espace physiqu**e, c'est à dire au travers du média employé pour véhiculer l'information, et dans **l'espace cognitif**, propre à chaque intervenant. La figure 5.6 montre ces différentes étapes de la boucle d'interaction.

#### Espace physique

Les étapes les plus élémentaires du dialogue sont la transmission de l'information au travers d'un **média**. Ainsi l'émetteur d'un message va entreprendre **des actions** sur un média particulier afin d'y encoder une information. Le média transmet alors l'information jusqu'à **la perception** du récepteur.

**Exemple 5.2.2.1** (***Transmission d'information***)

*Parmi les exemples de transmission d'information, nous pouvons citer :*
– **Action** : Parole, geste, écriture.
– **Média** : air, lumière, papier.
– @Perception : Vue, ouïe, toucher.
Il est à noter que ces paramètres (action, média, perception) peuvent différer entre l'émetteur et le récepteur, par exemple l'un peut s'exprimer par la parole et l'autre par des gestes. De plus, un

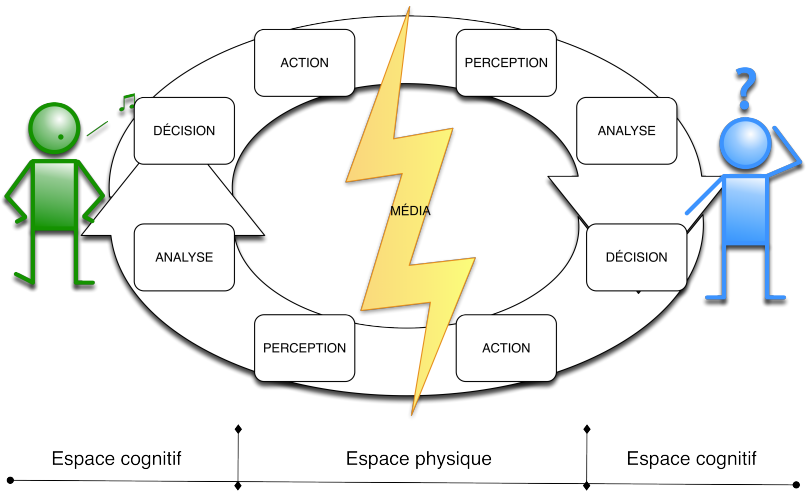


FIGURE 5.6 – Schéma communicationnel.

même intervenant peut se servir, au cours d'un même dialogue, de diverses combinaisons action-média parmi celles disponibles.

**Espace cognitif**

L'espace cognitif est le **traitement fait de l'information** reçue par une personne. Cette réponse est unique selon l'individu et est multi-factorielle : ainsi les réponses apportées à une information donnée vont être fonction de la personnalité du récepteur, du contexte du dialogue ou bien encore de l'état de la discussion. Ce traitement peut être subdivisé en deux étapes.

Tout d'abord, après la perception d'un message, le récepteur doit **l'analyser**. Il s'agit pour lui de replacer l'information dans son contexte et d'extraire sa signification depuis son sens brut. Par exemple, l'expression « *Tu veux une pêche ?* » n'aura pas la même signification qu'elle soit prononcée dans un verger ou bien devant un bar. C'est lors de cette phase d'analyse que peuvent naître des ambigüités et des quiproquos entre les interlocuteurs, l'analyse que faisant le récepteur ne correspondant alors pas au sens souhaité par l'émetteur. Cette problématique a été abordée dans des travaux récents au laboratoire L3I par *Phuong Thao Pham* [Pha13]. Cette approche vise à détecter et corriger les quiproquos entre un système interactif et un utilisateur en modélisant leurs interactions sous formes de situations. Des vecteurs d'états sont alors déclarés dans celles-ci et, en cas de différence entre le vecteur attendu et le vecteur constaté, les quiproquos sont résolus en proposant des situations re-synchronisant les connaissances des intervenants.

L'information analysée et son sens extrait, le récepteur doit alors prendre **une décision** quant à la réponse à apporter à cette information. Le récepteur peut décider de mettre fin à la conversation, coupant alors la boucle d'interaction et terminant le dialogue, ou bien de répondre. Si il choisit cette dernière possibilité, les rôles s'inversent et il devient à son tour émetteur d'un message. La phase de décision permet alors la sélection du contenu du message à renvoyer. La réponse apportée par le nouvel émetteur est alors fonction du message reçu mais également de facteurs liés à sa personnalité et au contexte de la discussion.

**Conclusion** Les étapes de décision, d'action, de perception et d'analyse forment un segment dans le schéma communicationnel. La répétition de ce phénomène en inversant les rôles permet alors de définir le dialogue comme une succession de ces quatre étapes depuis l'initiation de la

conversation par une phase de décision jusqu'à la fin de la discussion par une décision de l'arrêter.

Ces différentes étapes sont illustrées par l'écrivain *Bernard Werber* dans la phrase suivante :

> *« Entre ce que je pense, ce que je veux dire, ce que je crois dire, ce que je dis, ce que vous voulez entendre, ce que vous entendez, ce que vous croyez en comprendre, ce que vous voulez comprendre, et ce que vous comprenez, il y a au moins neuf possibilités de ne pas se comprendre. »*

On y retrouve ainsi les étapes de décision *(je pense, je veux dire, je crois dire)*, d'action *(je dis)*, de perception *(vous entendez)* et d'analyse *(voulez entendre, croyez comprendre, voulez comprendre, comprenez)*. Cet exposé du schéma communicationnel nous permet de mettre en valeur les étapes des échanges lors de la communication entre deux personnes.

En effet si lors d'un dialogue quelconque l'analyse et la décision des interlocuteurs sont guidées par leur personnalité propre, dans le cadre de la représentation d'une œuvre en mouvement l'interprète n'a pas cette liberté. Ainsi **les phases d'analyse et de décision sont conditionnées par le public**, au travers des instructions qu'il transmet lors du dialogue, **mais également par l'œuvre inachevée**. Ce niveau supplémentaire d'interaction n'est pas un dialogue à part entière. L'interprète n'a pas la possibilité de converser directement avec l'auteur, il doit puiser dans les informations laissées par celui-ci sur l'œuvre inachevée.

### 5.2.3 Analyse et décision de l'interprète

L'espace cognitif de l'interprète, son analyse de l'information et la décision quant au message qu'il va émettre, dépendent à la fois du public et de l'œuvre inachevée elle-même. Ainsi l'analyse des messages du spectateur, ses volontés ou ses goûts par exemple, se fait au regard des informations proposées par l'auteur. La décision quant au message à réexpédier est alors un choix de l'interprète vis à vis des possibilités résultants de cette analyse.

**Analyse** La première partie de l'analyse de l'interprète est **la traduction du message du public**. Des informations qu'il reçoit du public il doit inférer les attentes de celui-ci. Cette traduction converti les informations non-techniques ou subjectives du spectateur en éléments exploitables pour le déroulement de l'œuvre en mouvement. Ainsi cette partie de l'analyse permet d'abstraire **la mécanique de construction de l'œuvre pour le public** tout en lui permettant d'influer sur son **orientation**.

Mais les volontés du public ne sont pas les seules à entrer en jeu lorsqu'il s'agit de créer l'œuvre en mouvement. En effet, elles vont devoir être mises en relation avec les règles et contenus de l'œuvre inachevée. Lors de l'analyse, l'interprète doit donc également consulter les possibilités offertes par l'œuvre inachevée. Ces possibilités sont matérialisées par un ensemble de contenus qui sont éligibles pour former la suite de l'œuvre en mouvement. Cet ensemble de contenus accessibles à un instant donné pour continuer l'œuvre en mouvement doit-être sélectionné par l'interprète. Cet ensemble est récupéré lors de la phase d'analyse (cf. figure 5.7) par la consultation des règles de l'œuvre inachevée. Les règles qui s'appliquent à l'état courant de l'œuvre en mouvement servent alors à sélectionner parmi l'ensemble des contenus ceux qui vont pouvoir être utilisés, **les contenus éligibles**.

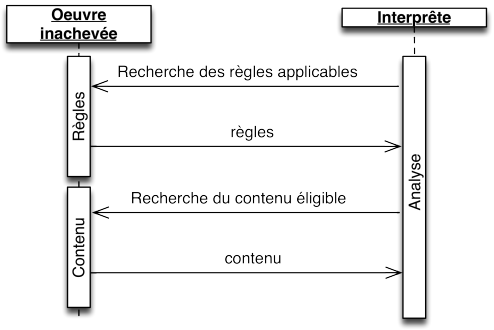


FIGURE 5.7 – Processus d'analyse de l'interprète vis à vis de l'œuvre inachevée.

A la fin de la phase d'analyse l'interprète a donc accès d'une part aux volontés du public et d'autre part aux contenus éligibles. Il doit alors faire correspondre ces deux sources d'informations pour élire le contenu qui va être effectivement produit. Cette sélection se fait lors de la phase de décision.

**Décision** La phase de décision correspond pour l'interprète à l'élection du contenu qui va être synthétisé pour compléter l'œuvre en mouvement en cours de représentation. Ainsi, **parmi les contenus éligibles obtenus lors de la phase d'analyse, l'interprète sélectionne le plus approprié**, au regard des souhaits du public pour continuer la réalisation en cours. Cette étape est très dépendante de la forme de l'œuvre en mouvement visée. Nous détaillerons ce processus de décision dans les chapitres suivants lorsque nous instancierons ce modèle dans la narration interactive et le jeu vidéo.

Nous avons vu dans la section précédente qu'une œuvre en mouvement est créée lors de la représentation d'une œuvre inachevée par un interprète. Les instructions et le contenu artistique de cette dernière permettent à l'interprète de créer l'œuvre en mouvement pour la soumettre à un public. Ainsi un musicien lors d'un concert créé une œuvre en mouvement depuis les partitions fournies par un compositeur. Nous avons également vu que le niveau d'inachèvement de l'œuvre peut être très avancé, l'auteur peut laisser une très grande liberté à l'interprète quant à la forme et au contenu de l'œuvre en mouvement qui va être synthétisée. Ainsi l'interprète n'est plus seulement un interprète limité dans l'espace artistique par une œuvre directrice, il devient également auteur de l'œuvre qu'il créé. Nous venons de définir ce mécanisme par l'interaction nécessaire entre l'interprète et l'œuvre inachevée. Ainsi en respectant les règles imposées par l'auteur, l'interprète a à sa disposition un ensemble de contenus parmi lesquels il choisit la prochaine étape de l'œuvre, cette opération se répétant jusqu'à la fin de la représentation. Ces étapes d'analyse et de décision correspondent à **la production du contenu de l'œuvre** en mouvement que nous avons précédemment évoqué. Une fois cette production effectuée, l'interprète peut **synthétiser** l'œuvre au regard du contenu sélectionné.

**C'est dans ce rôle de production du contenu que le public peut être impliqué. En quittant son rôle de spectateur, il peut prendre part à la création du contenu**. Cependant ce changement de rôles ne peut se faire au détriment de l'interprète. L'analyse de l'œuvre en mouvement et la sélection du contenu ne peuvent dépendre intégralement du public ; ils nécessitent l'assistance d'un interprète. Cette assistance permet à la fois d'abstraire le processus de création en facilitant la sélection du contenu pour le public, mais également d'assurer la qualité de l'œuvre qui va être créé.

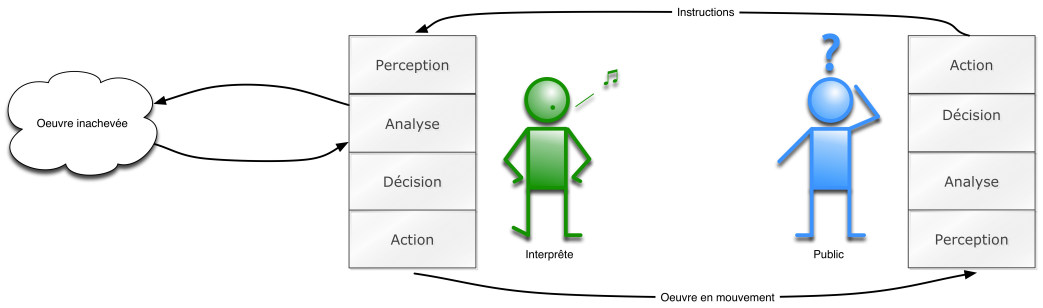


FIGURE 5.8 – Interactions au cours de la représentation.

**L'interprète est donc la pierre angulaire de l'œuvre en mouvement, la liaison entre l'auteur et le public permettant à ceux-ci de communiquer et assumant la synthèse de l'œuvre**. Ce rôle d'intermédiaire suppose des pré-requis conséquents, ainsi l'interprète doit-il à la fois respecter les directives de l'œuvre inachevée, tout en se pliant aux commandes du public. Il doit pouvoir communiquer avec le public, via un lien de communication bidirectionnel et posséder les capacités d'analyse permettant d'interpréter les instructions du public au regard de l'œuvre inachevée.

L'analyse de la représentation, dans le paradigme de l'œuvre en mouvement, nous a permis de détailler les différents rôles que l'interprète a à y prendre. Celui-ci doit tout d'abord établir une communication avec le public afin de recueillir ses instructions et lui proposer l'œuvre en mouvement une fois celle-ci synthétisée. L'interprète doit également manipuler l'œuvre inachevée afin de réaliser les deux phases de la création de l'œuvre en mouvement : la production du contenu et sa synthèse. Nous avons rapproché ces rôles du schéma communicationnel réparti en quatre phases :

- **La perception** : réception des instructions du public ;
- **L'analyse** : traduction des instructions du public et récupération du contenu éligible, au regard de ses règles, de l'oeuvre inachevée ;
- **La décision** : mise en relation des instructions traduites et du contenu éligible pour sélectionner le contenu suivant de l'oeuvre inachevée ;
- **L'action** : le contenu ainsi élu est synthétisé et proposé au public

## 5.3 Conclusion

Le modèle proposé par *Umberto Eco* de l'œuvre en mouvement permet de **formaliser le processus de co-production** entre un auteur et un interprète. L'auteur propose une **œuvre inachevée** à l'interprète qui se sert de celle-ci pour créer une œuvre lors d'une représentation : **l'oeuvre en mouvement**. L'œuvre inachevée contient des informations qui guident l'interprète lors de cet acte de production. Elle est composée de :

- **Un contenu inachevé** : morceaux d'œuvre déstructurés, tels que paragraphes, partitions ou images ;
- **Des règles d'assemblages** : informations guidant l'interprète dans sa construction de l'œuvre en mouvement à partir du contenu inachevé.

**Le degré d'inachèvement** de cette œuvre conditionne **la liberté** de l'interprète lors de la représentation. Dans cette description du processus de création, **le public n'a pas de part active** lors de la

construction, il expérimente une œuvre singulière, fruit de la collaboration ponctuelle de l'auteur et de l'interprète, mais **ne peut influer sur ce processus**.

**Pour permettre au public de s'impliquer**, et de devenir lui-même co-producteur de l'œuvre, il est nécessaire **d'étendre le modèle proposé par *Umberto Eco*** en ajoutant une interaction supplémentaire entre l'interprète et le public. En réalisant les souhaits et instructions du public, l'interprète devient un outil, **un médiateur**, entre le processus de création et le public. Il met à la disposition de ce dernier ses capacités afin de l'assister dans la production du contenu.

Afin de définir les contours de la narration interactive et ses enjeux, il est maintenant nécessaire d'utiliser le formalisme de l'œuvre en mouvement dans **le contexte de la narration classique** : la création d'un récit. En utilisant l'analyse que nous avons réalisé dans le chapitre 2, nous allons spécialiser l'œuvre en mouvement en **récit en mouvement**. Nous allons distribuer dans **les processus**, création, assemblage et synthèse, et **les objets**, règles et contenu inachevé, du récit en mouvement les éléments de la narration classique : **structure narrative, histoire et récit**. Suite à la définition du **récit en mouvement**, nous utiliserons celui-ci dans le cadre de notre étude : **le jeu vidéo**. Cette approche nous permet d'identifier dans le jeu vidéo les éléments constitutifs d'un récit inachevé, les évènements du gameplay, et d'un espace de représentation. Les évènements du gameplay forment le cadre d'étude de nos travaux. Cette approche événementielle nous permet de retrouver dans le jeu vidéo les parties qui en font un interprète idéal, médiateur entre l'auteur et son public.

# Chapitre 6

# La narration interactive comme récit en mouvement

---

Dans la première partie de ce document nous avons abordé la narration interactive dans le contexte du jeu. En considérant l'état de l'art actuel et les approches proposées de ce type de narration, nous en avons dressé **un portrait instancié dans le jeu vidéo**. Les tensions créées par la prise en compte du joueur au sein du processus auteur d'un jeu vidéo fait peser **d'importantes contraintes sur l'auteur lors du processus de conception**. Pour assurer une expérience de qualité au joueur, l'auteur se voit retirer des prérogatives qui lui étaient auparavant réservées. Ainsi, **il n'est plus auteur à part entière** de l'œuvre qui se déroule lors d'une partie : il est **l'architecte d'un cadre narratif** devant permettre une expérience plaisante, immersive et satisfaisante pour le joueur. Ce processus auteur n'est bien sûr pas dirigé par un hasard auquel l'auteur s'en remettrait pour espérer un jeu de qualité. En effet la narration interactive n'est pas un objet isolé au sein des œuvres d'art, elle est **une nouvelle forme d'expression au sein d'œuvres ouvertes**, qui offrent au public, le joueur dans le cas des jeux vidéo, la possibilité de participer à la création de l'œuvre finale.

C'est sous cet angle que nous avons décidé d'approcher ici la narration interactive. Ainsi nous avons défini dans le chapitre précédent l**es processus génériques qui permettent à un auteur de déléguer tout ou partie de la réalisation** d'une œuvre au public. Nous avons vu que cette translation de l'espace de création n'est pas sans contrainte. En effet, les spécificités de chaque art, ainsi que la naïveté nécessaire du public vis à vis de l'œuvre qui lui est présentée, font émerger la nécessité d'un acteur intermédiaire : **l'interprète**. Appliqué dans le théâtre, la musique et d'autres arts, l'interprétation d'une œuvre démontre **le transfert de la responsabilité** de la création d'une œuvre **de l'auteur seul** à **l'auteur plus un interprète**. Dans le cadre de la narration, c'est à dire la production d'un récit, ce changement de paradigme est également possible. Nous avons vu que les éléments de spécifications du récit, l'analyse qu'en font les narratologues, permettent d'identifier les éléments clés de la création d'un tel récit.

Les processus créatifs impliqués nécessitent que **le joueur soit assisté par un interprète**. En effet le joueur ne peut seul assumer l'ensemble des variables qui sont manipulées afin de créer un récit. Si il n'est pas possible qu'il assume seul l'assemblage et la synthèse d'un récit, il n'est également **pas souhaitable** qu'il le fasse. En effet, **le plaisir de la découverte et les surprises** que celui-ci réserve, sont un élément important de la narration. Nous avons donc identifié **le rôle de l'interprète**, au moment de la représentation et de la création de l'œuvre un mouvement, comme **un rôle clé de la narration interactive**. C'est au moment où le joueur est confronté à l'histoire, où

il doit effectuer choix et actions pour assembler le récit, que l'action de l'interprète est essentielle pour **garantir la cohérence et la qualité du récit résultant**.

Nous devons maintenant instancier **les derniers éléments de l'œuvre en mouvement pour la narration interactive**. La première problématique à résoudre est **le choix d'un interprète**. Responsable de la synthèse du récit il doit **manipuler le récit inachevé** sous la forme que nous avons précédemment présenté, mais également **assurer la synthèse de l'œuvre**. La seconde problématique est **la mise en place d'une représentation**, d'un lieu d'échange entre l'interprète et le public, permettant la création de l'œuvre en mouvement.

Nous choisissons de présenter **le jeu vidéo comme espace d'expérimentation pour ces deux problématiques**. En effet celui-ci, par l'univers virtuel qu'il crée et où s'incarne le joueur, offre un théâtre de représentation idéal. **L'univers virtuel permet de synthétiser l'œuvre**, en offrant au joueur une vue sur ce monde, et permet ainsi à celui-ci de **participer à l'œuvre** en interagissant avec les entités de l'univers virtuel qui lui sont accessibles au travers de son avatar. **L'interprète** est alors l'élément logique qui **assure la cohérence du monde virtuel** et permet de **contrôler la liberté laissée au joueur**.

Cependant cette équation impose **des contraintes non seulement à l'interprète mais également à l'œuvre inachevée**. D'une part le joueur doit-être **aussi libre que possible**. Il doit pouvoir explorer et naviguer dans cet univers au gré de ses envies. D'autre part pour que cette expérience soit pertinente, le joueur doit se voir proposer **un contenu pour partie proposé** par l'auteur. Et il est nécessaire de **maintenir l'expérience du joueur dans ce cadre** défini, afin de garantir la qualité du récit produit. Le maintien de la tension entre ces deux aspects du jeu vidéo oblige les auteurs à proposer **un contenu diversifié et intéressant pour le joueur**, tout en restant dans les possibilités imposées par le logiciel qui interprète ces données.

**Organisation du chapitre** Nous souhaitons donc maintenant proposer une **réunification (cf. figure 6.1) des deux paradigmes que nous avons abordé** : d'une part **la narration interactive au sein du jeu vidéo comme résultat de l'interaction du joueur avec ce dernier**, et d'autre part **la création d'une œuvre en mouvement à partir d'une œuvre inachevée et d'un couple formé de l'interprète et du joueur** : le spect-acteur.

Dans la première section, nous présentons **le récit inachevé**. En prenant les concepts de la narration classique que nous avons vu au travers **des approches narratologiques**, nous allons **instancier l'œuvre en mouvement** dans le contexte qui nous intéresse. Nous distribuons dans les objets et processus de cette dernière les éléments que nous avons analysés de la narration classique. Ce partitionnement nous permet de définir **les rôles possibles pour chacun des protagonistes** ainsi que **les objets et processus mis en jeu**. Les problématiques de la narration interactive que nous abordons seront ainsi identifiées : d'une part **la forme du récit inachevé**, d'autre part **les étapes de la réalisation par un interprète sous la dynamique du joueur**.

Ainsi dans la seconde section, nous présentons ces enjeux appliqués au jeu vidéo. Nous avons présenté, dans le chapitre 2, l'espace narratif d'un jeu vidéo sous deux aspects :

- **Le gameplay** : narration issue des interactions de l'utilisateur avec le jeu. Il représente le déroulement du jeu, l'activation des règles par le joueur pour atteindre un but ;
- **La narration diégétique** : narration de l'univers dans lequel est incarné le joueur via son avatar. Elle est la mise en situation du joueur dans un univers donné, avec son propre espace spatiotemporel et ses règles.

**Nous reprenons ces éléments pour les appliquer au processus du récit en mouvement**. Cette

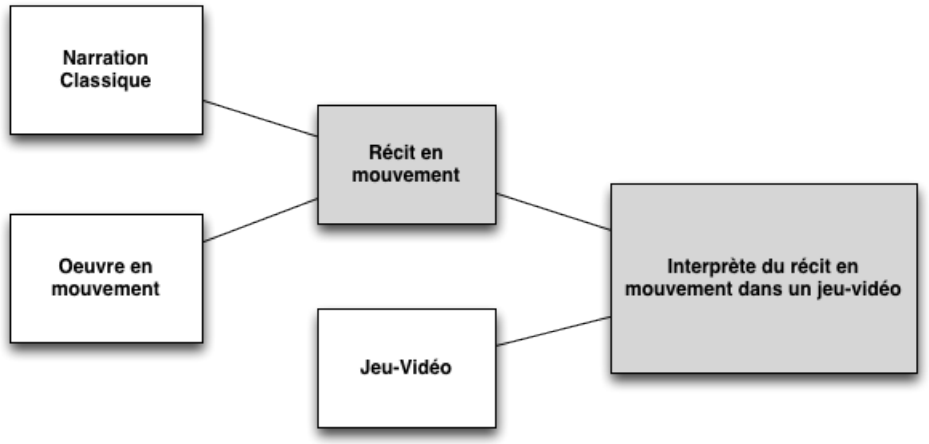


FIGURE 6.1 – Rapprochement entre les concepts présentés dans les chapitres précédents.

étape nous permet d'identifier les problématiques d'ores et déjà adressées par le jeu vidéo, et celles qui concernent le périmètre de nos recherches. Ainsi nous analysons **les éléments nécessaires à la modélisation de la narration interactive** dans le contexte du jeu vidéo.

La troisième section s'intéresse à **la mise en œuvre de la narration interactive**. Afin d'établir un interprète adéquat, nous identifions, dans l'interaction entre l'interprète et le joueur, **les caractéristiques nécessaires d'un interprète**. Ainsi nous présentons le schéma communicationel et ses enjeux dans la narration interactive. Nous identifions de cette manière les besoins pour notre mécanisme d'interprétation : **le superviseur**.

## 6.1 La narration interactive comme récit en mouvement

Dans les chapitres 2 et 5 nous avons présenté **les deux aspects** importants pour nous de la narration interactive :

- D'une part **la production d'un récit** et sa présentation en tant qu'œuvre ;
- D'autre part **une co-production** entre un auteur, imprimant des contraintes sur l'œuvre en gestation, et le public, réalisateur final de cette création.

Notre premier objectif est donc ici d'**unifier l'analyse de la narration classique**, réalisée jusqu'à présent au travers des travaux de narratologues, et le concept **d'œuvre en mouvement** énoncé par *Umberto Eco*. Nous allons ainsi rappeler **les concepts clés** de chacune de ces approches, en commençant par la **narration classique.** A partir de ceux-ci, nous présentons **le récit en mouvement** comme cadre de notre étude.

### 6.1.1 Narration classique

Nous avons vu que **la production d'un récit** est un processus nécessitant de nombreuses étapes et objets intermédiaires avant l'obtention du récit sous sa forme finale. Les récits sont étudiés par les narratologues grâce à **un modèle événementiel**. Ainsi, un récit donné peut être représenté sous la forme d'**une succession d'évènements**. L'étude de nombreux récits a permis aux narratologues de proposer, à partir des ensemble d'évènements qu'ils observaient dans ces récits, des **structures**

**génériques**. Plusieurs **modèles narratifs abstraits** ont ainsi vus le jour. Qu'il s'agisse des travaux de *Propp*, *Campbell* ou encore *Todorov*, les structures proposées reposent toutes sur **des évènements génériques** du récit et leur organisation en **séquences jugées bonnes**, car structurellement valides.

**Les évènements génériques d'une structure** décrivent les actions rencontrées couramment dans un type de récit. Ils sont **une abstraction**, vis à vis d'une diégèse particulière, des évènements des récits. A partir de ceux-ci, les narratologues proposent **des enchainements possibles** menant à un récit structurellement intéressant pour le public. Les évènements du récit représentent des actions prenant place, et cela de manière concise. Ainsi peut on affecter à chaque paragraphe, chapitre ou livre un nombre variable d'évènements en fonction des informations nécessaires. La modélisation d'un récit peut donc se faire aussi bien sur **les évènements de plus haut-niveau**, par exemple les actes d'une pièce de théâtre, ou bien sur **les éléments de granularité plus fine**, par exemple les scènes de cette pièce.

Les structures narratives sont ainsi composées :

- **Un ensemble d'évènements génériques**, structurés dans des actants, ils représentent les actions types qui se déroulent dans un récit ;
- **Des règles** de mises en relation, limitant les occurrences possibles des évènements en fonction des évènements précédents.

Il est possible, **à partir des structures narratives** proposées par les narratologues, d'obtenir des récits. Cette transformation peut être opérée par les auteurs. Ainsi, ils **instancient une structure narrative dans une diégèse particulière**. Cette étape permet de donner corps aux **acteurs** et aux **actions** qui vont prendre place dans le récit. Il n'est dès lors plus question d'évènements génériques mais bel et bien d'acteurs menant des actions particulières. Pour obtenir le récit, il est enfin nécessaire aux auteurs de **proposer la succession linéaire d'évènements spécifiques du récit**. Selon les règles de la structure, par exemple représentées par une grammaire dans les travaux de *Propp*, **l'auteur choisit un sous-ensemble des évènements** de l'histoire. Le chemin ainsi formé représente **le récit qui va être proposé au public**.

Les éléments de la narration classique peuvent-être ainsi définis :

- **Un ensemble d'évènements** instanciés dans une diégèse ;
- **Un ordonnancement** de ceux-ci choisi par l'auteur.

Dans la narration classique, ces tâches sont de **l'entière responsabilité de l'auteur**. En effet celui-ci choisit l'ensemble des évènements qui se produisent et les présente dans un ordre figé au public (cf. figure 6.2). La transition de ce processus propriétaire de l'auteur vers une co-production nécessite l'utilisation du **paradigme de l'œuvre en mouvement**.

### 6.1.2 L'œuvre en mouvement

Nous avons vu que *Umberto Eco* définit **les œuvres en mouvement** comme des œuvres participatives dans lesquelles l'auteur n'est pas seul impliqué dans la construction de l'œuvre finale. Ainsi, il met en avant **le rôle d'interprète**, réalisateur technique et artistique, produisant l'œuvre à transmettre au public. Ce dernier se base sur **des instructions de l'auteur**, plus ou moins dirigistes, sous la forme d'**une œuvre inachevée**, qu'il manipule pour produire l'œuvre finale : l'œuvre en mouvement. Ainsi, cette dernière **n'est pas le seul fait de l'auteur**, puisqu'il n'intervient qu'au niveau de la définition de l'œuvre inachevée. Elle appartient également à **l'interprète** qui rend unique sa représentation par les choix qu'il fait vis à vis de l'œuvre inachevée et par la synthèse

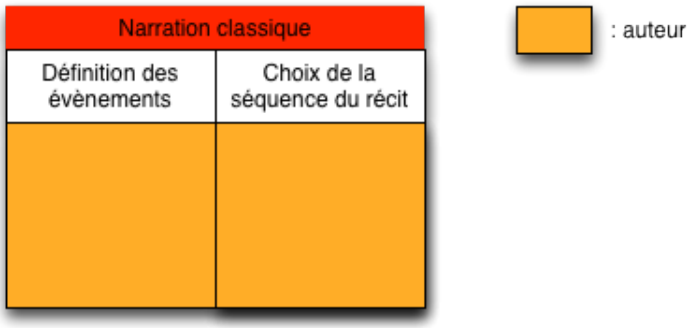


FIGURE 6.2 – Responsabilité dans la narration classique : l'auteur est seul maître à bord.

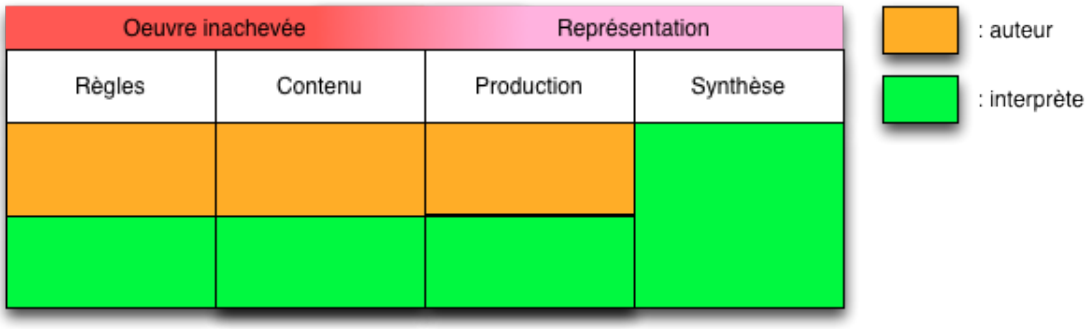


FIGURE 6.3 – Responsabilités dans l'œuvre en mouvement : l'auteur partage les taches avec l'interprète.

d'un contenu qu'il présente au public. Ainsi le paradigme de l'œuvre en mouvement met deux éléments en exergue :

- **L'œuvre inachevée**, modélisant les contenus possibles de l'œuvre en mouvement et leurs règles d'assemblage ;
- **La représentation**, où l'interprète manipule l'œuvre inachevée afin de produire l'œuvre en mouvement à destination du public.

Nous nous concentrons d'abord sur l'œuvre inachevée. Celle-ci est composée d'une part d'**un contenu artistique** formé d'éléments atomiques. Ils constituent les morceaux d'assemblage de l'œuvre en cours de production. D'autre part **des règles**, créant les successions possibles entre ces morceaux de contenu. Comme nous l'avons vu, un exemple donné par *Umberto Eco* est le *Scambi* d'*Henri Pousseur*. L'œuvre inachevée s'y présente sous la forme de partitions de musique indépendantes, formant le contenu, et de règles pour assembler ces partitions les unes avec les autres afin de proposer une œuvre finale, un morceau, original. Lors de la représentation, **le musicien** utilise ces partitions et ces règles pour créer, selon ses envies, **l'œuvre en mouvement** qu'il souhaite. A partir des **règles** et du **contenu**, il doit dans un premier temps **produire les éléments finaux de l'œuvre**. Il va ainsi **assembler les contenus** en fonction des règles. Une fois cette étape réalisée, il est nécessaire pour l'interprète de **synthétiser l'œuvre**, réellement mettre en œuvre la réalisation technique, afin de présenter l'œuvre en mouvement au public.

**Il existe plusieurs répartitions possibles des responsabilités** dans le processus de création de l'œuvre en mouvement (cf. figure 6.3).

Ainsi, pour la création de l'œuvre inachevée, les deux étapes créatrices, **la définition du contenu et la proposition des règles d'assemblage**, peuvent être assumées pour partie par l'auteur ou par l'interprète. En effet l'auteur doit définir des éléments de ces deux ensembles, afin de produire un cadre à l'œuvre en mouvement, mais celui-ci peut être plus ou moins strict. Ainsi dans la définition du contenu, l'auteur peut-il laisser **des espaces d'improvisation** à l'interprète, ou bien alors **les règles d'assemblage peuvent-être suffisamment lâches** pour lui proposer un espace de liberté. Ces possibilités, entre un dirigisme total et une liberté de l'interprète, définissent **deux bornes d'un curseur pour l'œuvre inachevée**.

**Un autre curseur est envisageable** lors de la représentation. Issu du dirigisme des règles, la production de l'œuvre en mouvement, c'est à dire la sélection d'un chemin parmi ceux proposés par l'auteur, peut être **fortement influé par ce dernier**. En effet si les alternatives laissent parfois des choix à l'interprète, l'auteur peut souhaiter, à certains moments, **restreindre cette liberté afin de contrôler absolument le récit**. Dès lors l'acte d'assemblage de l'œuvre en mouvement peut être du fait de l'interprète et de l'auteur. En revanche la dernière étape, **la synthèse de l'œuvre**, **revient entièrement à l'interprète**. A partir des instructions de l'œuvre inachevée et de la production de l'œuvre en mouvement, **l'interprète doit créer les éléments artistiques à présenter au public**. En effet, qu'il s'agisse de musique, de textes ou encore d'images, les spectateurs **ne peuvent se satisfaire du modèle technique employé** pour transmettre les informations entre l'auteur et l'interprète. Il est donc nécessaire pour l'interprète de proposer une mise en forme apte à être appréciée par les destinataires.

**Nous souhaitons maintenant fusionner ces deux aspects**, que nous venons de présenter, dans **une formalisation du récit en mouvement**, de ces objets, ces processus et la répartition des rôles. Nous allons nous baser sur la définition de **l'œuvre en mouvement** que nous allons appliquer sur les concepts de la **narration classique** pour faire émerger le récit en mouvement.

### 6.1.3 Le récit en mouvement

L'étude de la narration classique a permis de mettre au jour un modèle du récit : **un ensemble d'évènements ordonnés**. Ainsi le récit, dans sa forme classique, comporte une séquence figée d'évènements choisis et ordonnés par l'auteur. La version inachevée du récit doit permettre quand à elle de sélectionner **un sous-ensemble des évènement proposés** et de les **ordonner** conformément aux vœux de l'interprète lors de la représentation.

La première étape de l'instanciation du formalisme de l'œuvre en mouvement au récit est **la définition du récit inachevé**. Cette œuvre inachevée est le prototype, **la matrice**, qui permettra **la production d'un récit en mouvement** et qui contient les éléments nécessaires, mais non suffisants, à sa production. Nous avons vu que l'œuvre inachevée est divisée en deux parties : une partie composant le fond de l'œuvre, **son contenu** morcelé, et une autre **les règles** d'agencement de ce contenu. Nous commencerons donc par présenter le récit inachevé, l'œuvre inachevée appliquée au domaine de la narration.

Nous détaillons ensuite **le processus de réalisation du récit en mouvement**. En effet à partir du récit inachevé, un interprète doit être en mesure de produire un récit. Ce dernier **manipule le contenu et les règles** afin de synthétiser le récit en mouvement, tel qu'il le conçoit. Nous allons donc présenter **les étapes** permettant d'atteindre cet objectif.

Enfin nous avons abordé les rôles dans la narration classique et dans l'œuvre en mouvement. La fusion de ces deux modèles nous permet de présenter **les différentes formes de récit en mouvement**

**possibles**. Ainsi l'auteur et l'interprète peuvent être impliqués à **différents degrés** dans les tâches nécessaires à la réalisation d'un récit en mouvement, formant ainsi diverses possibilités.

#### 6.1.3.1 Le récit inachevé

**Le récit inachevé** est l'élément permettant de **projeter la narration classique dans le paradigme de l'œuvre en mouvement**. Ce modèle des récits possibles permet de spécifier, de manière non linéaire, les évènements du récit qui peuvent se produire, ainsi que leurs successions possibles. Cet indéterminisme permet à un interprète **de produire un récit en mouvement**, en naviguant parmi les choix offerts par l'auteur, c'est à dire **une succession figée d'évènements**. Ce résultat n'est plus le seul fait de l'auteur mais est également partagé par l'interprète.

Conformément à l'analyse de la narration classique, **le contenu du récit inachevé est un ensemble d'évènements connus et définis**. Dans la narration classique, il existe **deux niveaux possible de déclaration** de ces évènements. **Le niveau le plus abstrait** de définition de ces évènements est la production d'**une structure narrative**. Les structures narratives permettent de définir des éléments génériques du récit. En formalisant les actants et leurs actions types, l'auteur d'une structure spécifie les évènements pouvant se produire dans l'univers. Cette définition permet de **créer les évènements génériques** mais n'est pas **suffisante pour former un récit inachevé** à elle seule, il est nécessaire d'ajouter **un autre niveau de déclaration**.

**L'instanciation de ces structures narratives dans une diégès**e donnée permet de créer les **acteurs**, porteur de plusieurs des actants définis dans la structure. La définition des acteurs permet immédiatement de transformer **l'ensemble des évènements abstraits de la structure en évènement exploitables**. En effet en connaissant les personnages et leurs rôles dans un récit, il est possible d'instancier les évènements génériques définis précédemment. C'est à partir de ce deuxième niveau de définition qu'il est possible **de jouer une narration interactive** pour produire un récit en mouvement.

**Le récit inachevé** est ainsi formé :

- **Le contenu** : un ensemble d'évènements, représentant les actions prenant place dans le récit ;
- **Des règles d'assemblage** : les enchainements possibles des évènements du contenu.

Si le contenu est porteur du fond de l'œuvre, la représentation ne peut avoir lieu sans des règles d'assemblage. En effet, **l'ensemble des évènements** définis dans le contenu **ne peut être assemblé de manière aléatoire**, ou par une personne n'ayant aucune notion sur la narration. En effet un récit en mouvement créé à partir des seules primitives n'a que peu de chances de produire **un récit cohérent**, et encore moins de qualité. Il est donc nécessaire d'y adjoindre un ensemble de règles **limitant les combinaisons possibles aux chemins cohérents**.

L'auteur constitue **l'ensemble des évènements génériques** en déclarant les actants et leurs actions. Il est dès lors possible **d'appliquer des contraintes** à l'occurrence de ces évènements afin de contrôler l'ordonnancement global de la narration. Ainsi l'apparition d'un évènement générique peut être conditionnée à **un état particulier de l'actant le portant** ou bien encore à l**a séquence d'évènements qui le précède**. L'auteur doit ainsi définir les séquences narratives support des futurs récits en mouvement. **Plus cette séquence narrative autorisera les ramifications et les alternatives, plus les libertés et les possibilités de l'interprète seront grandes**.

Ainsi l'auteur propose **différents chemins possibles** pour former le récit en mouvement. Cependant ce dernier peut voir la nécessité d'imposer des conditions supplémentaires sur la construction de la séquence narrative. Ainsi des critères de qualité narrative peuvent également **être présents**

**parmi les règles d'agencement**. Ces critères, comme l'arc dramatique que nous avons cité, vont imposer des contraintes supplémentaires et contrôler la qualité finale du récit en mouvement. Nous incluons ces paramètres **dans les règles d'ordonnancement** des évènements de la structure narrative, puisque celles-ci vont impacter la disponibilité ou non d'un évènement du récit en fonction de son état.

Le récit inachevé n'est qu'un premier pas vers le récit en mouvement. En effet **ce modèle des récits possibles doit être manipulé par un interprète**, lors d'**une représentation**, afin de créer une œuvre apte à être expérimentée par le public.

#### 6.1.3.2 La représentation

La représentation est **la manipulation du récit inachevé par l'interprète dans le but de créer un récit en mouvement** à destination des spectateurs. Cette étape met en jeu **le récit inachevé**, les instructions de l'auteur, et **les compétences techniques** de l'interprète, versé dans l'art de la narration.

**Exemple 6.1.3.1** (***Interprète du récit en mouvement***)

*Un exemple du rôle d'interprète dans un récit en mouvement peut être celui d'un conteur face à un auditoire. Celui-ci connait plusieurs versions de l'histoire qu'il est en train de raconter et selon les réactions du public, il préfèrera une version par rapport à l'autre. Ainsi avec* ***un récit inachevé****, les versions de son histoire, et* ***des informations du public*** *(ici la lecture de leur ressenti), le conteur réalise un récit en mouvement. Il synthétise celui-ci lorsque par la parole, il l'expose aux spectateurs. Le récit produit est particulier à la représentation qu'en fait le conteur, il s'agit d'une œuvre en mouvement :* ***le récit en mouvement.***

L'interprète va devoir **produire le contenu du récit en mouvement**. Ainsi, à partir **des évènements du récit inachevé** (les acteurs et les évènements génériques des actants qu'ils implémentent), et **des règles d'agencement** de ceux-ci, **l'interprète crée la succession linéaire d'évènements** qui vont former le récit. Ce choix se fait en fonction des règles d'agencement : l'interprète ne peut choisir que parmi **l'ensemble des évènements qu'elles marquent comme valides**. Cette première étape peut également voir **l'influence** de l'auteur apparaître. En effet, certains chemins dans les récits possibles peuvent ne pas donner de liberté de choix à l'interprète : les règles proposées par l'auteur peuvent-être suffisamment **restrictives** pour qu'à un instant donné, l'interprète n'ait qu'**un seul et unique choix parmi l'ensemble des évènements**.

Une fois le récit en mouvement créé, c'est à dire **la succession de ses évènements fixée**, il est nécessaire pour l'interprète de **synthétiser** celui-ci. En effet, comme nous l'avons vu, les évènements ne sont qu'une modélisation d'actions prenant place dans le récit. Ils ne peuvent être proposés tels quels à un public, l'intérêt en serait alors limité. En effet, l'œuvre qui doit-être présentée au public **n'est pas le modèle du récit**, mais bien **le récit en lui-même**. L'interprète doit alors créer les actions contenues dans les évènements choisis. Ainsi un évènement, "*Ulysse* piège le cyclope" par exemple, va donner lieu à la création de paragraphes décrivant les actions des acteurs, ainsi que les éléments narratifs associés : description des lieux ou sentiments des personnages. Il en va de même pour d'autres formes de récits. Ainsi cette synthèse donnerait lieu au cinéma à la mise en place des décors, du choix des plans de cadrage effectués ou encore des dialogues précis entre les acteurs.

Sans cette étape de **représentation**, **le récit en mouvement ne pourrait être présenté au public**. Celui-ci s'expérimenterait alors comme un modèle de récit en mouvement, une succession d'évènements, plutôt qu'un récit en mouvement à proprement parlé. **Le rôle de l'interprète** est donc de faire la **translation**, depuis **l'espace du modèle représenté par l'œuvre inachevée** vers **le récit** sous sa forme finale.

Nous avons vu que l'œuvre en mouvement autorise **divers degrés de répartition des rôles**. Nous allons maintenant redéfinir ces rôles en utilisant la fusion que nous venons faire entre l'œuvre en mouvement et la narration.

#### 6.1.3.3 Les rôles

Les étapes de production du récit en mouvement, **la création du récit inachevé** et **sa représentation en un récit en mouvement**, peuvent donner lieu à différentes implications des acteurs de cette création, l'auteur et l'interprète. Ainsi **les curseurs** que nous avons précédemment définis dans l'œuvre en mouvement ré-apparaissent dans le récit en mouvement : la possibilité d'**implication à divers degrés de l'auteur ou de l'interprète** dans l'élaboration de l'œuvre inachevée, de la production du récit en mouvement et de sa synthèse finale, peut être ici appliquée au récit en mouvement. En effet chacune de ces parties peut être subdivisée pour représenter les étapes spécifiques de l'élaboration d'un récit, que nous venons de présenter. Ainsi nous avons mis en avant quatre étapes majeures :

- La composition du **récit inachevé** avec :
  - La création du **contenu** : définition des **évènements instanciés du récit**. Ces évènements peuvent-être issus d'**une structure narrative** mais doivent au final faire référence à une histoire particulière ;
  - Les **règles** d'agencement : définition des **séquences narratives possibles** à partir de l'ensemble des évènements. Ces séquences permettent de définir **les chemins valides** parmi l'ensemble des combinaisons possibles d"évènements.
- Et la **représentation** avec les processus suivants :
  - La **production** du récit en mouvement : A partir des règles et des évènements du récit inachevé, il est nécessaire de **créer le récit en mouvement**. **Un sous-ensemble des évènements du récit est sélectionné et un ordonnancement statique est décidé**. Celui-ci est réalisé grâce aux règles fournies dans le récit inachevé ;
  - La **synthèse** du récit en mouvement : La production donne lieu à la création d'un modèle du récit en mouvement. En effet celui-ci n'est représenté que par des évènements modélisant les actions des acteurs. Il est nécessaire de **synthétiser le contenu artistique associé**, textes ou séquences vidéos par exemple.

Si les compétences des protagonistes du récit en mouvement définissent d'autorité leurs places au sein de ce processus de création, il existe néanmoins des variations possibles quant aux responsabilités de chacun d'entre eux (cf. figure 6.4).

Nous avons subdivisé, dans le cadre de l'œuvre en mouvement, l'œuvre inachevée en deux parties : **la création du contenu**, des éléments atomiques, et **les règles d'assemblage** de ces éléments. Dans le cadre de **la narration et du récit inachevé**, nous avons précisé la forme de ce contenu : un ensemble d'évènements instanciés dans un univers particulier. Cet ensemble se construit en deux étapes. Tout d'abord **la définition d'une structure narrative générique**, proposant des évènements types, utilisée dans **la création d'une histoire**, de ses **acteurs** et de ses **évènements**. Ainsi le contenu d'un récit en mouvement peut être défini en deux parties : **un premier niveau**

**générique**, la structure, suivi de **sa réalisation** dans un univers défini, l'**histoire**. **La structure narrative** est un élément majeur du récit en mouvement, **de sa qualité dépend les histoires et les récits possibles**. Nous considérons donc que cette étape est de la seule responsabilité de l'auteur. L'absence de directives de sa part nous ferait alors tomber dans le cadre d'une **improvisation** totale de l'interprète. En revanche l'instanciation de la structure en une histoire peut être prise en charge **soit par l'auteur, soit par l'interprète** ou bien par une combinaison des deux. L'interprète peut ainsi avoir **une certaine liberté dans la définition des acteurs**, tout en respectant les actants spécifiés par l'auteur.

Il en est de même pour **les règles de construction**. En effet, au niveau générique, celles-ci doivent être de **la responsabilité de l'auteur**. Il doit être en capacité de spécifier **les cheminements valides du récit** à partir des évènements génériques. Une fois les chemins valides modélisés, **leur utilisation dans le cadre de l'histoire peut être partagé entre l'auteur et l'interprète**. Ainsi l'auteur peut effectuer un premier filtre n'autorisant que certains chemins de la structure générique à être présents dans le récit inachevé, n'exploitant ainsi pas intégralement la structure narrative. **L'interprète** peut également prendre en charge cette phase : à partir de **séquences types de la structure narrative**, **il crée un sous ensemble d'enchaînements qui seront éligibles lors de la production**. Ainsi la co-production peut démarrer dès la création le récit inachevé. L'auteur peut laisser **des espaces de liberté** dans le contenu et dans les règles afin que l'interprète soit impliqué immédiatement dans le récit en mouvement. Cependant **l'auteur peut également souhaiter garder la maîtrise sur ces éléments**. A ce moment, **il propose seul** le niveau générique, dans ses composantes de contenu et de règles, et le niveau instancié qu'est l'histoire, en définissant les acteurs et les récits qu'ils vont pouvoir produire.

Enfin **la répartition des rôles entre auteur et interprète** se joue également lors de **la représentation**. Nous avons identifié deux phases lors de celle-ci. En premier lieu, il est nécessaire de **créer un récit en mouvement**. Si le récit inachevé propose une arbre de récits possibles, il est nécessaire de **tracer dans celui-ci le chemin du récit** qui va être présenté au public. Ce récit est un objet commun avec la narration classique : **une succession figée d'évènements**. Il est donc nécessaire pour l'interprète de choisir cette succession, **en fonction des évènements et des règles du récit inachevé**. Cependant l'interprète n'est pas omnipotent sur ce processus. En effet, l'auteur peut vouloir garder un certain contrôle sur la séquence narrative produite. Ainsi, le choix de l'interprète, **les évènements qui lui sont accessibles** pour le choix de la prochaine étape du récit, ne sont pas nécessairement multiples : par des règles restrictives l'auteur ne peut laisser qu'**un choix unique** à certains moments. Ainsi, **des jalons narratifs** peuvent être proposés, chaque récit en mouvement produit par cette structure passant alors nécessairement par cette étape. La dernière phase avant la présentation du récit est sa **synthèse**. En effet le modèle représenté par le récit inachevé et la séquence définitive du récit en mouvement ne représente qu'**une abstraction du véritable récit en mouvement**. L'interprète doit ensuite synthétiser ce dernier sous **une forme transmissible au public**. Ainsi, à partir du contenu, dans notre cas les évènements du récit, **l'interprète crée les éléments artistiques associés**. Cette tâche manipule certes les éléments fournis par l'auteur, mais l'interprète est seul lors de la création du récit en mouvement, **cette tâche de synthèse lui est donc attribuée intégralement**.

### Conclusion

**La projection de la narration interactive dans l'œuvre en mouvement** nous a permis de mettre en avant les éléments indispensables à la création d'une narration interactive. Tout d'abord **les évènements possibles des récits en mouvement** doivent-être spécifiés. Cette étape consiste en

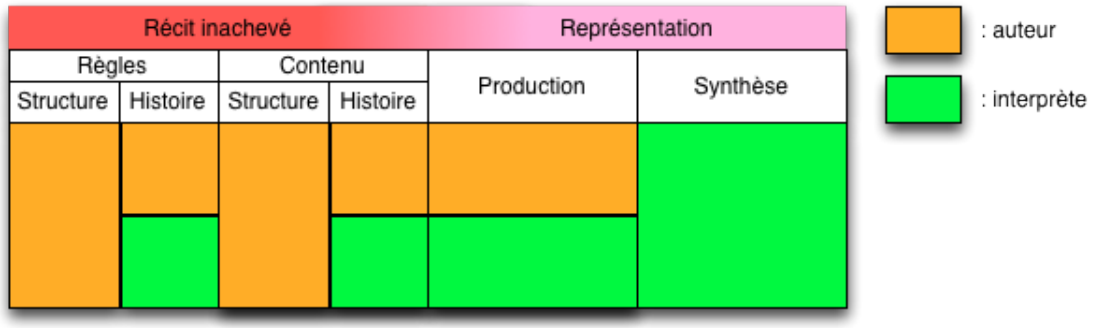


FIGURE 6.4 – Répartition des rôles dans le récit en mouvement : différents degrés de partage sont envisageables entre l'auteur et l'interprète.

la formalisation d'un ensemble d'évènements génériques dans une structure narrative. Ces évènements sont ensuite instanciés dans une diégèse afin de produire **les évènements finaux qui vont prendre place dans le récit**. Cet ensemble est ordonné par **des règles** qui limitent l'occurrence des éléments atomiques. Ainsi, ces règles spécifient **les successions possibles d'évènements**, les chemins éligibles pour former un récit. Cette étape se déroule au niveau de **la structure** mais peut être affinée après son instanciation dans une histoire, par une première restriction sur les ensembles possibles. Le récit inachevé est donc composé d'**un ensemble d'évènements instanciés** et de **chemins possibles pour l'occurence** de ceux-ci. Ces déclarations peuvent-être effectuées par **l'interprète** et par **l'auteur**. **Nous limitons le niveau générique, la structure narrative, à l'auteur**. En effet celui-ci transmet un contenu et, même si il souhaite laisser un univers de liberté à l'interprète, il est de sa responsabilité d'**assurer des récits de qualité**. La structure générique lui permet ainsi de proposer à la fois un contenu et des récits génériques qu'il peut garantir de qualité. **L'instanciation dans une histoire** peut ensuite être réalisée **soit par l'auteur soit par l'interprète**, selon le niveau de contrôle que souhaite avoir l'auteur sur les récits en mouvement.

Le second temps de la création d'un récit en mouvement est **la représentation** : à partir du récit inachevé, **le récit en mouvement est créé et présenté au public**. Nous avons subdivisé cette étape en deux parties. En premier lieu **la production du récit en mouvement**. A partir du récit inachevé, le contenu du récit en mouvement est produit. Le récit en mouvement a alors la même structure qu'un récit classique : **une succession linéaire d'évènements**. Ce chemin est créé à partir de **l'ensemble des évènements**, formant le contenu du récit inachevé, **et leur juxtaposition en fonction des règles imposées**. Ainsi à chaque étape du récit, l'ensemble des évènements est filtré pour ne proposer que **les évènements valides au regard des règles**. Le choix parmi ce sous-ensemble est alors de la responsabilité de l'interprète ou de l'auteur. Si **un seul évènement** est possible, le choix est le fait de **l'auteur**, celui-ci ayant restreint les possibilités à ce seul évènement afin de garantir la structure du récit final. En revanche si **plusieurs évènements** sont possibles, **l'interprète a alors un espace d'expression** : il va pouvoir choisir parmi cet ensemble l'évènement qu'il souhaite voir apparaître. Une fois **l'étape de production** terminée, et donc le récit en mouvement réalisé dans sa dimension linéaire, il est nécessaire de le **synthétiser** dans la forme qui sera présentée au public. Ainsi, l'interprète utilise la succession d'évènements du récit en mouvement pour produire le récit qui est ensuite **transposé sur le média à destination du public**. Cette étape est de la responsabilité de **l'interprète**, seul présent lors de la réalisation finale du récit en mouvement.

Nous allons maintenant utiliser cette définition du récit en mouvement pour identifier **les caractéristiques communes** permettant d'utiliser **le jeu vidéo** comme domaine d'application pour la

narration interactive.

## 6.2 Le récit en mouvement dans le jeu vidéo

Notre objectif ici est d'**utiliser l'approche du récit en mouvement** que nous venons d'exposer et d'**appliquer ses concepts à la narration dans le jeu vidéo**. Nous souhaitons donc identifier dans le jeu vidéo l**e récit inachevé** ainsi que **le processus de représentation.** Nous allons donc, à partir **des éléments identifiés dans ce média**, établir des correspondances avec **les éléments constitutifs du récit en mouvement**. Cette caractérisation nous permet de **positionner notre approche en fonction des problématiques de l'œuvre en mouvement** en général et du récit en particulier. Les deux prochaines sections nous permettront ainsi de présenter dans un premier temps **le récit inachevé dans le jeu vidéo** puis, dans la section suivante, les besoin d'interactivité pour initier un échange entre un interprète numérique et le joueur.

Dans cette partie nous allons **instancier les rôles du récit en mouvement au jeu vidéo** en situant l'auteur, le joueur et l'interprète. Cette identification nous permet de proposer **une analyse de la narration interactive dans ce domaine**, à la lumière des problématiques de l'œuvre en mouvement. De même elle nous permet de présenter u**n exemple d'un processus de création de récit en mouvement**. Nous commençons par présenter **les éléments narratifs** dans le jeu vidéo. Ceux-ci nous permettent d'établir **les évènements du récit inachevé** dans ce contexte. A partir de ces éléments constitutifs nous définirons **l'impact des règles d'assemblages** sur le récit expérimenté par le joueur. Nous finissons par proposer **une répartition des rôles entre les trois acteurs d'un jeu vidéo : l'interprète, l'auteur et le joueur**.

### 6.2.1 Narration dans le jeu vidéo

Dans le chapitre 3, nous avons identifié **deux éléments constitutifs de la narration au sein du jeu vidéo**. En premier lieu nous avons déterminé que **les éléments d'interaction du joueur**, les actions et déclenchement de règles qu'il est en mesure d'effectuer, constitue **un premier ensemble narratif**. Nommé **le gameplay**, cet aspect narratif est partagé par **l'ensemble des jeux**. Cependant le jeu vidéo permet également un second niveau narratif. En effet le gameplay peut également déclencher **des évènements narratifs au niveau diégètique**. Ainsi l'univers dans lequel est projeté le joueur est **impacté par ses actions** et ce dernier peut ressentir l'influence qu'il a sur l'ensemble du récit et de son déroulement (nous laissons de coté ici les narrations purement contextuelles).

#### 6.2.1.1 Gameplay

La notion de gameplay est représentée par les deux mots anglais qui composent ce mot : **game et play**. La traduction française littérale ne nous apprendrait pas beaucoup sur la distinction, les deux mots se traduisant par jeu. Les traductions employées sont le plus souvent **jeu** et **jouet**. Ce schisme dénote les deux aspects possibles, mais non exclusifs, qui peuvent régir les règles d'un jeu vidéo. Ainsi *Chris Crawford*, dans *Art of Computer Game Design* [Cra84], propose cette définition du gameplay :

> *"Le gameplay est l'élément crucial dans n'importe quel jeu d'action basé sur les compétences. Tout le monde s'accorde à dire qu'un bon gameplay est essentiel au*

> *succès d'un jeu, et que le gameplay est impliqué dans la qualité de l'interaction que va avoir le joueur avec le jeu. [...] Je suggère que ce trait insaisissable est issu de la combinaison du rythme et des efforts cognitifs requis par le jeu". Chris Crawford*

Ainsi les premiers évènements que nous pouvons identifier dans le jeu vidéo sont **les évènements liés au gameplay**. Ceux-ci peuvent être produits par **le joueur** qui, au travers de son avatar, **interagit avec l'environnement**, ou bien produits spontanément par **le jeu vidéo** afin de satisfaire les règles du jeu ou afin de dérouler des évènements narratifs. Ainsi ce partitionnement fait apparaitre une première problématique : l'ensemble des évènements du gameplay peuvent-être séparés entre **évènements contrôlables** et **évènements incontrôlables**. **Les évènements contrôlables** sont ceux effectués par **les entités du jeu**. Ils sont ainsi dénommés puisque **leur occurrence est du fait de la mécanique même du jeu**, celle-ci pouvant donc contrôler leur apparition. En revanche **les évènements de l'utilisateur** sont eux étiquetés comme **incontrôlables**. En effet la mécanique ne peut les produire elle-même, seul le joueur a cette possibilité. **Ce dernier peut bien sûr être contraint ou habilement guidé vers ces actions, mais la certitude de leur production ne peut être garantie.**

Cependant nous retrouvons également dans les gameplay les éléments du jeu, dans sa dimension de **jouet**. Ainsi, *Johan Huizinga* [Hui51] définit les actions d'un joueur dans un jeu comme :

> *"Une activité qui prend place dans certaines limites d'espace et de temps, sous la contrainte de règles acceptées librement et qui sortent de la sphère de la nécessité ou de l'utilité matérielle. L'humeur du jeu est le ravissement et l'enthousiasme, et peut être sacrée ou festive selon les occasions. Un sentiment d'exaltation et de tension accompagne l'action, la gaieté et la relaxation la suivent." Johan Huizinga*

Le jeu en tant que jouet n'est ainsi pas limité par des règles fixées et ne nécessite pas de dénouement, telle une victoire ou une défaite. **C'est une activité dont le but principal est de susciter des émotions.**

Cependant le gameplay met aussi en avant des éléments d'un **jeu**, au **sens formel utilisé dans la théorie des jeux**. Cette définition du jeu se rapproche du jeu tel que nous le connaissons, par exemple sous la forme des jeux de société. *J. Huizinga* [Hui51] propose cette définition du jeu en tant que système formel :

> *"Un jeu est un système formel basé sur des règles dont l'issue est incertaine et quantifiable, où différentes issues ont différentes valeurs associées, et où le joueur déploie des efforts pour influencer cette issue, à laquelle il se sent lié."*

Les game-designers proposent également des définitions du gameplay très proches des enjeux des jeux traditionnels :

- *Chris Crawford* : "Les jeux sont une sorte de divertissement borné aux conflits" ;
- *Sid Meier* : "Une série de choix conscients" ;
- *Adams et Rollings* : "Un ou plusieurs défis causalement liés dans un environnement simulé" ;
- *Salen et Zimmerman* : "Un système dans lequel les joueurs engagent un conflit artificiel, défini par des règles, qui résulte en une fin quantifiable".

Cependant **le gameplay n'est pas le seul élément narratif** apparaissant dans le jeu vidéo. Il est également possible d'identifier des éléments narratifs plus proches du récit tel que nous l'avons abordé dans le chapitre 2. Ainsi l'**univers virtuel** dans lequel est plongé le joueur au travers de son avatar peut être aussi riche que **l'univers d'une diégèse**.

#### 6.2.1.2 Narration diégétique

Dans les jeux mettant en scène une narration diégétique, le joueur prend place dans **une véritable histoire, en tant qu'acteur**, et voit ses interactions avec l'environnement **impacter l'état de l'univers**. Dès lors les interactions du joueur, qui sont toujours des éléments du gameplay, prennent une dimension supplémentaire : ils peuvent faire **évoluer l'univers, son état et les récits possibles**. Cette liaison entre les évènements du gameplay et les évènements diégètiques n'est pas nécessairement immédiate. Ainsi l'univers diégétique peut être **totalement dé-corrélé des actions de l'utilisateur** : on parle alors de **narration parallèle**. Celle-ci ne permet pas au joueur de faire évoluer l'état de l'univers directement, mais des évènements précis, tel la fin d'un niveau ou la complétion d'un objectif, déclenchent des phases narratives pré-établies. Si la narration parallèle n'apporte pas d'éléments d'actions supplémentaire pour le joueur, il est également possible de proposer **une interconnexion forte entre le gameplay et la narration diégétique**. Ainsi, le joueur, en interagissant avec l'univers, va directement influer sur la narration diégétique. Cette fois **les actions du gameplay déclenchent des évolutions et des modifications de l'univers** tout en restant des éléments de jeu.

Nous venons d'identifier dans le jeu vidéo **les évènements**, éléments atomiques du récit, concernés. Il s'agit des éléments de **gameplay** qui sont les moyens d'actions du joueur sur l'univers au travers de son incarnation, **l'avatar**. Cet ensemble d'évènements peut être **limité à des évènements de jeux**, mais peut également **impacter directement le récit qui est produit au travers de son univers**. Ainsi les évènements de gameplay ne modélisent pas nécessairement **la simple application d'une règle**, mais peuvent également traduire **une modification, un impact, du joueur sur l'univers**. Si nous ne considérions que les éléments de gameplay **déclenchés par le joueur**, nous ne pourrions effectuer de contrôle sur la narration interactive. En effet ces évènements sont par nature **incontrôlables**. Cependant, l'ensemble des évènements du gameplay contient également les actions qui peuvent être générées spontanément par le jeu et ses acteurs non-joueurs. Ceux-ci sont également conditionnés par des règles mais ont la particularité d'être **contrôlables** : leur occurrence peut être **déclenchée par le jeu lui-même**.

Ainsi nous obtenons le premier élément nécessaire à la caractérisation de la narration du jeu vidéo comme un récit en mouvement, une approche de son contenu : **le récit inachevé**.

### 6.2.2 Le jeu vidéo comme œuvre en mouvement

Nous souhaitons maintenant **transposer le reste des éléments du récit en mouvement** que nous avons abordé dans la première section dans le contexte du jeu vidéo.

#### 6.2.2.1 Le contenu

Nous venons de voir que le contenu du récit en mouvement dans le jeu vidéo est composé **de l'ensemble des évènements de gameplay**, à la fois ceux produits par le joueur, et ceux produits par le jeu lui-même, en réponse à ces actions. Comme les évènements d'un récit inachevé, ceux-ci peuvent être définis dans deux niveaux :

- **Un niveau abstrait** : comparable à la structure narrative, ces évènements sont définis de manière générique sur des archétypes ;
- **Un niveau instancié** : les évènements sont attribués aux personnages du jeu vidéo, y compris l'avatar du joueur, avant de proposer les interactions nécessaires.

La définition de la **structure narrative**, comme nous l'avons établie précédemment, est de **la responsabilité de l'auteur**. Celui-ci définit les évènements génériques qu'il souhaite voir apparaître dans les récits en mouvement. Ceux-ci sont ensuite instanciés soit par l'interprète, que nous définirons dans le cadre du jeu vidéo dans la section suivante, soit par l'auteur lui-même. **C'est au travers de l'interprète que le joueur peut avoir accès à certaines responsabilités** de la définition du contenu. Ainsi lors de l'étape d'instanciation, le joueur peut participer au processus, par exemple **en choisissant les caractéristiques de son personnage**, ce qui influe sur les actants qu'il implémente.

#### 6.2.2.2 les règles d'exécution

**Au niveau abstrait**, **la structure narrative est assurée par l'auteur**. En effet, celui-ci souhaite garantir des récits possibles de qualité, il doit donc pouvoir **imposer certains éléments narratifs** et surtout **leur ordre d'apparition**. La sélection du sous-ensemble de ces chemins possibles du récit en mouvement est effectué **soit par l'auteur**, après avoir instancié les évènements, **soit par l'interprète**. Le joueur n'a que rarement accès à la définition des règles. En effet il s'agit de **la mécanique même du récit en mouvement** et elle nécessite un niveau de technicité qu'il est difficile de transférer sur une personne inexpérimentée. **L'impact du joueur,** au travers de l'interprète, va ainsi se dérouler lors de **la production du récit**.

#### 6.2.2.3 La production du récit en mouvement

Une fois **l'œuvre inachevée** créée, par la définition des évènements et des règles mis en jeu, la production de récits en mouvement est possible. Il s'agit de **manipuler ce cadre narratif** sous la contrainte du joueur mais également des règles. Ainsi **la production du récit est prise en charge par l'interprète** qui **respecte à la fois le récit inachevé** et **observe les interactions de l'utilisateur**. Basé sur ces deux sources d'informations, il produit **la séquence d'évènements** permettant de satisfaire ces deux contraintes. Comme nous l'avons spécifié précédemment, certaines parties du récit en mouvement peuvent être sous **contrôle intégral de l'auteur**, ne laissant pas d'alternative au joueur ou à l'interprète. Cependant, plus l'interprète a d'évènements disponibles à un instant précis, plus précisément il est à même de répondre aux interactions du joueur de manière adaptée. **La production du récit** est donc le résultat de **l'interaction de l'auteur d'une part et du couple interprète / joueur, le spect-acteur, de l'autre**.

Dans notre approche ce couple est représenté par le joueur d'une part et le média numérique et le jeu d'autre part. L'interprète est contenu dans la logique du jeu, dans les règles dirigeants cet univers virtuel. Cependant, le fonctionnement de cette logique ne peut être mise à profit sans la possibilité pour un joueur d'interagir avec l'univers. Nous présenterons dans la section suivante le mécanisme d'interaction entre interprète et public dans le cas joueur et jeu vidéo.

#### 6.2.2.4 La synthèse du récit en mouvement

Une fois la production du récit en mouvement effectuée, même de manière partielle, il est nécessaire de procéder à **la synthèse des contenus** sélectionnés. Nous avons cité dans le cas d'autre formes d'expression la production de textes ou d'images associées. Cependant dans le jeu vidéo ce n'est pas une forme d'expression unique qui est mis en avant mais plusieurs. Il est en effet **une œuvre multimédia**. Ainsi les évènements du récit en mouvement vont diriger **la synthèse**

**d'images, d'animation, de textes ou bien encore de sons**. Cette synthèse est de l'entière responsabilité de l'interprète. A travers d'éléments inachevés, tels que des dialogues inachevés, des animations inachevées ou des musiques inachevées, **l'auteur propose les éléments constitutifs** de l'expérience de l'utilisateur. L'interprète, lui, utilise ces œuvres inachevées pour construire, **à partir du récit en mouvement** en court de construction, une représentation plus à même d'être appréciée par le joueur.

### 6.2.3 Les rôles dans le jeu vidéo

Nous avons vu dans le chapitre 5 qu'il est possible d'**inclure un public dans le processus de création d'une œuvre en mouvement**. Les rôles de l'**interprète** et du **spectateur** sont rapprochés, retirant une partie de l'autonomie de l'interprète pour la déléguer au spectateur. Si il n'est pas possible de transférer l'ensemble des tâches de l'interprète, certaines étant en effet techniques, il est néanmoins **possible de créer un dialogue entre celui-ci et le destinataire de l'œuvre**. Ainsi l'interprète a la possibilité de recevoir **des instructions du spectateur** et d'influer pour lui sur le récit en construction. Qu'il s'agisse de **la phase de création** du récit inachevé, par exemple en instanciant les personnages de l'histoire en fonction de la structure narrative, ou bien lors de **la représentation**, en produisant le récit en mouvement sous la direction des actions du joueur, **l'interprète est le moyen d'action du joueur**. Mais l'interprète n'obéit pas pour autant aveuglément au public et est contraint au respect de l'œuvre inachevée, de son contenu et des règles imposées.

Dès lors, **assisté par l'interprète**, le joueur peut intervenir dans **toutes les étapes où ce dernier tient un rôle** (cf. figure 6.5). Le joueur a ainsi la possibilité de participer à :

- **La définition du gameplay**. Le joueur peut **choisir tout ou partie des actants** implémentés par les acteurs impliqués dans le récit en mouvement. Cette étape peut être partagée avec l'auteur ou l'interprète, qui peuvent également **spécifier un sous ensemble des actants**, laissant au joueur une partie réduite, par exemple les actions de son avatar.
- **Les règles d'agencement**. Le joueur peut choisir de **restreindre l'ensemble des récits proposés par l'auteur** dans la structure générique. Ainsi, ne souhaitant pas voir apparaitre une branche du récit inachevé, il peut choisir de **couper certaines trames narratives** qu'il ne souhaite pas rencontrer.
- **La production du récit en mouvement**. Le joueur, par ses **actions**, va participer à **la navigation dans la structure narrative**. Ainsi le récit en mouvement produit sera également de son fait, influencé par les choix qu'il a faits et **leur observation par l'interprète**.

Nous excluons le joueur de **la phase de synthèse de l'œuvre**, puisque celle-ci est hors du champ de nos recherches. En revanche il est tout de même intéressant de noter que, toujours via l'interprète, **l'univers multimédia du jeu peut être impacté par le joueur**. Il peut ainsi avoir la possibilité de modifier les caractéristiques graphiques de son personnage, avoir une certaine liberté quant au positionnement géographique de certains éléments du jeu ou encore choisir explicitement la bande sonore qu'il souhaite entendre.

Cette section nous a permis de **mettre en correspondance les éléments du jeu vidéo et du récit en mouvement**. Nous définissons ainsi les besoins pour notre approche :

- **Modélisation du gameplay** : **les évènements du jeu**, ceux du joueur et de l'environnement, doivent être définis. Il **appartient à l'auteur de définir la structure générique** portant ces évènements, mais leur **instanciation peut être le fait de l'auteur, de l'interprète ou du joueur**.

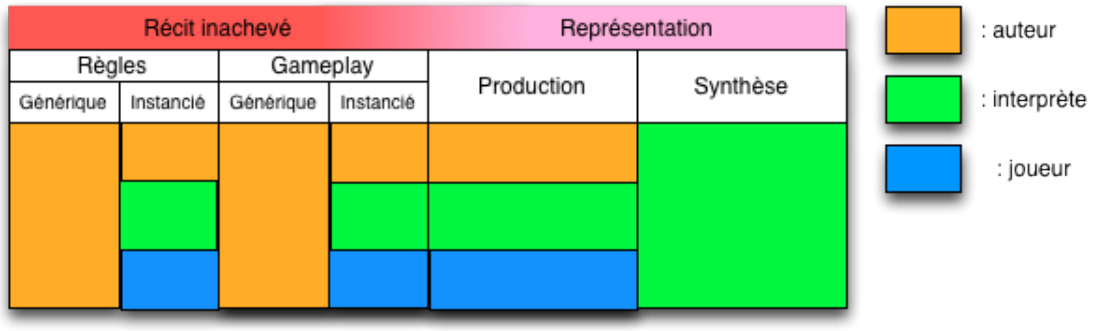


FIGURE 6.5 – Répartition des rôles dans le jeu vidéo comme récit en mouvement : partages possibles entre l'auteur, l'interprète et le joueur.

Il est à noter que ces évènements sont partitionnés entre évènements **contrôlables**, ceux portés par les personnages non-joueurs et l'environnement, et **incontrôlables**, ceux du fait du joueur ;

– **Règles d'exécution** : **l'occurrence des évènements du gameplay** est conditionnée à certains aspects du **récit en cours de production**. Ainsi, ces règles permettent d'autoriser ou non les évènements définis par l'auteur, mais peuvent être affinées par l'interprète ou le joueur dans l'histoire afin d'élaguer certains chemins qu'ils ne souhaitent pas voir ;
– **Production du récit en mouvement** : Le récit en mouvement, **la succession linéaire d'évènements** produite lors d'une partie, est contrôlé par les trois acteurs. D'une part **l'auteur a la possibilité de restreindre**, via les règles d'exécution, **les évènements possibles** à un seul élément, imposant ainsi une partie du chemin emprunté par le récit. En revanche, si plusieurs évènements sont possibles, **la sélection est faites par l'interprète** qui base sa décision soit sur **les actions du joueur**, permettant à celui-ci d'impacter sur le récit en mouvement, soit par nécessité **en fonction de l'état du récit**.
– **Synthèse du récit** : le récit en mouvement est produit dans le jeu par **la présentation de contenus multimédia au joueur**. Les évènements du récit sont ainsi convertis en sons ou en images par exemple, permettant au joueur d'avoir une réelle œuvre à expérimenter. Cette synthèse est hors du champ de nos recherches et est le plus souvent assumée par **le moteur du jeu** qui est en cours d'exécution.

Avant de proposer **les solutions que nous apportons** pour répondre aux besoins de la narration interactive dans le jeu vidéo, nous souhaitons détailler **les interactions entre le joueur et le système numérique formant le jeu vidéo**. Ainsi en présentant le paradigme de l'interactivité dans les média numériques, nous souhaitons mettre en avant leurs atouts pour le récit en mouvement, la communication avec le joueur et les capacités computationnelles. En associant une logique narrative, comme celle d'un jeu vidéo, et un théâtre virtuel pour la représentation, le monde du jeu, il est possible de reproduire le processus du récit en mouvement.

## 6.3 L'interprétation du récit en mouvement dans le jeu vidéo

L'interprétation du récit inachevé au regard des actions du joueur est assurée par la logique du jeu vidéo lui-même. En effet, celle-ci possède les éléments nécessaires à ce raisonnement. Elle a d'une part accès **au récit inachevé proposé par l'auteur**, et d'autre part **elle reçoit les évènements en provenance du joueur**, initiant des interactions dans le monde virtuel. Ainsi, elle est le plus à

même de prendre les décisions nécessaires à l'intégration du joueur dans le processus auteur de la narration interactive. Nous avons vu que l'interprète, dans le cadre d'une œuvre en mouvement, a besoin de deux éléments :

- Une œuvre inachevée, dans notre cas le récit inachevé formé par les éléments de gameplay possibles, ainsi que leurs enchaînements autorisés ;
- Une communication avec le public, ici des échanges de messages entre le joueur et le média interactif.

Nous souhaitons dans cette section aborder de manière plus orientée **le paradigme de l'interactivité**. Celui-ci doit nous permettre de comprendre les moyens d'échanges existants entre une personne et un média interactif. Nous présenterons ainsi la différence entre un évènement pour le joueur, l'action sur un bouton par exemple, et sa traduction dans l'univers virtuel. Cette contextualisation permet de fournir un vocabulaire riche au joueur sans pour autant lui imposer des interfaces complexes. Il s'agit pour nous de positionner **le système média interactif-jeu vidéo en tant qu'interprète** interagissant avec le joueur. Ainsi nous verrons que le média interactif est le canal permettant au jeu vidéo d'établir un dialogue avec un public, de recevoir des informations et de synthétiser un récit en réponse : **il est l'interprète de la succession narrative qui prend place par les éléments de gameplay**.

### 6.3.1 Paradigme de l'interactivité

Il nous est ici nécessaire de re-préciser les définitions déjà données de l'interaction.

**Définition 6.3.1.1** (***Interactivité***) Faculté d'échange entre l'utilisateur d'un système informatique et la machine par l'intermédiaire d'un terminal doté d'un écran de visualisation.

Le terme *d'interactivité* regroupe l'ensemble des interactions et échanges qui peuvent se dérouler **entre une personne et un média interactif.** Mais qu'est-ce qu'un média interactif ? La question s'est immédiatement posée lorsque le terme a été proposé pour la première fois à la fin des années 1970. Les termes de média et d'interaction sont rapprochés afin d'englober **l'ensemble des technologies numériques permettant à un humain d'interagir avec elle**. Si le sens peut paraitre de premier abord sans équivoque, il convient de préciser les limites de cette dénomination.

#### 6.3.1.1 Définition de l'interactivité

Un média est un moyen, **un support de l'information** dans le but de sa diffusion. Seulement, pour y déposer de l'information avant qu'elle ne soit transmise, il est indispensable **d'interagir avec le média pour y encoder l'information**. Ainsi **l'interactivité**, la capacité d'interagir avec un média, est une propriété inhérente à tout média. Par exemple un expéditeur souhaitant transmettre un message à un destinataire, utilisera une lettre sur laquelle il écrira le contenu désiré. Cette première interaction précèdera celle de la personne qui lira cette lettre, deuxième interaction, afin d'en connaitre le contenu. **Le terme de média interactif semble être alors un pléonasme**.

Il existe donc nécessairement une différence **entre un média et un média interactif**, pour que l'on ait eut besoin de rajouter cet adjectif. Les approches qui ont défini l'interactivité ainsi que les médias interactifs ont utilisé plusieurs définitions.

**Propriétés de l'interactivité** Une première approche a été de **considérer l'aspect temporel** des communications et échanges fait à l'aide de ces médias. La possibilité d'effectuer des échanges simultanément dans un aller-retour constant semblait alors une caractéristique fondamentale pour définir l'interactivité et les médias interactifs. Cependant la nécessité de **la synchronisation des communications** est un attribut réducteur pour les média interactifs. En effet certains média ne permettent pas des **degrés d'interactions élevés ou rapides** et sont tout de même qualifiés de média interactifs. Il apparait donc nécessaire de distinguer différents niveaux d'interactivité parmi ces médias interactifs. Si la capacité temps-réel est écarté pour leur définition, il apparait néanmoins que **la temporalité y joue un rôle**. Alors, l'interactivité ne serait pas une propriété unique, mais des degrés de diverses propriétés.

Ainsi la définition de l'interactivité a tout d'abord été scindée en plusieurs critères quantifiés par différents niveaux. L'interactivité seraient une somme de divers attributs présents dans des quantités distinctes, selon chaque média interactif, formant ainsi **différentes formes d'interactivité**. Ainsi *Heeter* [Hee89] proposait-il **six critères de classification** pour l'interactivité :

1. **La complexité des choix offerts** par le média numérique ;
2. **La complexité d'interaction** pour l'utilisateur (encodage) ;
3. **Les possibilités de réponses** différentes de l'utilisateur ;
4. **L'utilisation des informations fournies** par la technologie ;
5. **La possibilité d'apporter des informations supplémentaires** à la connaissance de l'utilisateur ;
6. **L'assistance à la communication** entre personnes.

Cette classification permet de résoudre la problématique du degré d'interactivité d'un média numérique, mais ne facilite pas la compréhension immédiate de ce concept. Cependant ces catégories dégagent clairement un élément fondamental : **l'utilisateur**. Son implication et les actions qu'il entreprend avec le média permettent tout autant de déterminer l'interactivité que le média lui-même. Il est dès lors question de prendre en compte **l'activité interactive** en laissant de côté la seule prise en compte **du média** lui-même.

**L'interactivité comme système complexe** L'interactivité a d'abord été théorisée comme **la quantité d'interactions possibles entre l'utilisateur et le média**, mais également **les interactions qui se créent à l'intérieur du média et entre les médias**. Cette définition permet de dégager l'interactivité du seul objet numérique pour la replacer dans le contexte de l'utilisation et de l'usage qui en est fait. L'interactivité est dès lors apposée à un nouveau concept : **le multimédia**.

**Le multimédia est l'assemblage de divers éléments matériels**, tels que les objets numériques, et **immatériels**, qui peuvent être des images, textes ou encore sons. Le multimédia est une combinaison de plusieurs média permettant d'acquérir de l'information au travers de technologies numériques ou non. Cette ouverture permet de distinguer l'élément fondamental de l'interactivité : **la dimension logicielle**. Car la capacité computationnelle des médias numériques offre la possibilité de **diversifier les comportements des objets numériques** et de leur conférer des réponses uniques.

**Le logiciel** est dès lors le média qui **conditionne la réaction du média interactif** et qui forme l'interactivité lorsqu'il se boucle avec un utilisateur. Il permet de simuler des comportements et des interactions qui n'étaient auparavant connus que chez les hommes. Et c'est bien parce que les hommes y placent **leur propre logique** lors de leur conception. Le logiciel est le principe de

**régulation de la communication entre l'utilisateur, le média et les contenus multimédia** qu'il peut contenir. Il est également garant de **la bonne interconnexion entre logiciels**. L'interactivité n'est donc pas une propriété innée du matériel numérique mais est issue de **la combinaison du matériel et du logiciel**.

Cela nous amène à approcher le rôle **des interfaces** dans ce schéma communicationnel. L'interface, dans le cadre qui nous intéresse, est **une frontière entre le monde réel, celui de l'utilisateur et le monde numérique** qui existe à l'intérieur d'un média numérique. L'interface permet **la transmission d'information au média et la communication inverse qui est l'interprétation** des réponses du média par l'utilisateur.

Nous avons défini ce que l'interactivité n'est pas : elle n'est pas intrinsèquement dans le matériel ni dans le logiciel. Il reste à constater que **l'interactivité est la mise en relation des divers éléments que nous avons cités, le matériel, le logiciel, les utilisateurs et les liens permettant leur communication**.

Pour résumer, une définition de l'interactivité peut être celle employée par *Krämer* :

> *" La communication artificielle a pour but l'imitation technique des rapports inter-humains de communication sous condition de séparation spatio-temporelle des communicants ".*

#### 6.3.1.2 De l'interaction molle à l'interaction pure

**L'interactivité**, en informatique en particulier, est souvent qualifiée de **molle**. En effet les programmes informatiques, les modules de réflexion, sont par nature **scriptés**, **finis**. Aussi complexe soit-il, un programme informatique ne peut pas avoir **de notion de libre arbitre**, ou de **fonctions cognitives innées**. Sa logique est bornée **aux instructions qui lui ont été données et à leur calculabilité**.

Cependant la complexité des calculs possibles peut permettre à cette interactivité molle de tendre vers **une interactivité pure**, grâce au grand nombre de réponses possibles. **L'interactivité d'un système n'est donc pas une valeur binaire**, molle ou pure, mais bien **un paramètre variable borné par ces deux valeurs**. Il est donc possible d'analyser toutes formes interactivité et, selon les observations, placer celles-ci sur cette échelle.

Certaines activités réflexes d'interaction chez les animaux sont qualifiées de **molles**. En effet le réflexe est **la meilleure réponse que possède l'animal** pour répondre rapidement à un stimuli qui est classifié comme " prioritaire ". Cependant, même si les acteurs d'une interaction ont **les fonctions nécessaires à une interaction pure**, ils peuvent **se contenter d'une interaction molle**. Ainsi une conversation entre un client et un employé d'une plateforme téléphonique d'assistance peut rapidement se réduire à une telle forme d'interaction. En effet, en tant que personnes, les deux acteurs de cette scène possèdent **les fonctions de réflexions complexes permettant une interactivité riche**. Cependant un des deux acteurs est bridé par un processus, un script de conversation, qui lui indique les réponses à employer. Cette exemple nous permet de remarquer **qu'il n'est pas nécessaire que le niveau d'interactivité des acteurs soit de même nature** pour que l'interaction se déroule.

La fonction de réflexion, chez un acteur dont l'interactivité est **pure**, est plus qu'un script préétabli, il s'agit d'**un libre arbitre quant à la réponse à apporter à l'action entrante**. Ainsi dans le cadre d'une interaction conversationnelle entre deux personnes, les réponses à apporter

à chaque message ne sont pas prévues par avance. Si les deux acteurs, qui sont tous deux humains, répondaient de manière identique à chaque action, la conversation n'aurait pas d'intérêt, l'un sachant d'avance la réponse qui va lui être proposée. C'est bien grâce **au libre arbitre**, à l'interprétation et à la fonction de réflexion complexe de l'interactivité pure, qu'une conversation peut trouver un sens. Ainsi, des mécanismes d'adaptation et de rétroaction se mettent en place, permettant la contextualisation des réponses au dialogue en cours et aux informations échangées jusqu'à lors.

### 6.3.2 Apport des média interactifs pour la représentation d'œuvres en mouvement

La définition précédente de l'interactivité montre que **les média interactifs ne peuvent, seuls, assumer le rôle de l'interprète**, il est nécessaire de les placer dans un système global, en interaction avec d'autres éléments, notamment logiciels. Cependant le média interactif, l'élément physique, est indispensable à la création des boucles d'interactions nécessaires à la représentation d'une œuvre en mouvement.

En effet ils permettent tout d'abord d'assurer deux phases essentielles de la communication avec le public, nommément **la perception et l'action**. Les interfaces qu'ils proposent permettent l'échange d'informations avec un utilisateur. Ces informations sont ensuite exploitées par un logiciel, qui ne peut effectuer ses traitements que par le support des éléments du média interactif.

**Ainsi, les interfaces sont les frontières entre le monde physique de l'utilisateur et le monde virtuel du logiciel.** Elles permettent à l'utilisateur d'entrer des données et de les manipuler au sein de l'univers virtuel. Les interfaces permettent donc la première et dernière étape de l'interprète dans le schéma communicationnel : **la perception et l'action**. Elles sont le moyen, **pour le spectateur, de s'exprimer**, **de transmettre ses instructions**. En retour, il recevra des informations de manière multimédia, transmises par **les interfaces de sortie** du média interactif. Même si certaines interfaces, par exemple les écrans tactiles, peuvent assumer ces deux aspects de la communication, leurs fonctionnalités peuvent être découpées selon ces deux rôles.

Les interfaces font l'objet d'un champ de recherche à part entière, regroupés sous la dénomination d'**Interfaces Homme-Machine** (IHM). Nous ne développerons pas ici les problématiques posées par les IHM, nous souhaitons simplement définir leur apport dans le cadre de la représentation d'une œuvre en mouvement. Nous reportons le lecteur vers les travaux présentés par *François Picard* [Pic11] sur la contextualisation des interactions de l'utilisateur, et notamment sur l'état de l'art des IHM qu'il propose.

**Interfaces de perception** **Les interfaces de perception** sont pour l'utilisateur **des effecteurs**. Elles lui permettent de **générer des informations perceptibles par le média** interactif qui peut alors y réagir. Les informations transmises par l'utilisateur sont **connues à priori** par le système interactif et forment un ensemble fini. Ainsi **chaque touche d'un clavier correspond à un évènement particulier au sein d'un système**, afin que celui-ci puisse distinguer la touche qui a été pressée parmi celles disponibles. Du point de vue du système, **la perception des actions de l'utilisateur correspondent donc à l'occurrence d'événements** parmi ceux-ci. La perception du système interactif est donc discrète.

**Définition 6.3.2.1** (***Evénements discrets***) Les événements discrets se définissent par opposition aux événements continus : ils sont séparés, distincts.

Cette **définition à priori des événements possibles** de l'utilisateur nous permet d'introduire le premier élément formel de notre étude : **l'alphabet de perception**.

**Définition 6.3.2.2** (***Alphabet de perception***) Ensemble des événements que peut recevoir un média interactif d'un utilisateur au travers de ses interfaces. Nous dénoterons cet alphabet $\Sigma_p$.

$\Sigma_p$ contient **l'intégralité des événements possibles pour l'utilisateur**. Les possibilités d'expression de ce dernier sont donc conditionnées à la taille de $\Sigma_p$. Plus l'ensemble des événements possibles sera grand, plus les possibilités de commande de l'utilisateur seront grandes. Cependant ce principe est limité par **la courbe d'apprentissage de l'interface par l'utilisateur**. En effet si seule la quantité des événements entrait en ligne de compte, nous utiliserions des gamepads à 800 boutons offrant autant d'actions que possible. Mais l'utilisateur peut être **freiné par la complexité de l'interface** qui représente une barrière pour lui entre **l'information qu'il souhaite transmettre et la manière de la transmettre**. Il est indispensable que l'interface soit **la plus intuitive possible, tout en proposant un grand nombre d'évènements**. Cette tension entre la courbe d'apprentissage d'une interface et son expressivité est souvent résolue en proposant **des contrôles limités**, facilement abordables par l'utilisateur, et **une traduction de ces événements différentes selon le contexte de leur occurrence** dans le dialogue. Nous détaillerons ce mécanisme dans la sous-section suivante.

La communication entre un utilisateur et un système interactif peut donc être représentée par **une succession d'évènements parmi l'alphabet** $\Sigma_p$ des interfaces connectées au système interactif en question. Certaines interfaces peuvent sembler avoir **un fonctionnement continu**, comme le déplacement d'une souris, les accéléromètres ou encore les écrans tactiles. Cependant les événements générés sont également **discrets**. L'impression de continuité est émulée, dans le cas d'une souris par exemple, par **une fréquence très élevée des événements discrets** ou bien, dans le cas d'un écran tactile, par l'occurrence d'un évènement qu'après réalisation d'un geste en entier.

La communication du média interactif vers le joueur est réalisée par **ses interfaces d'action**. Elles sont **les sorties dont disposent un média interactif** pour transmettre des informations, du contenu, à l'utilisateur. Ces éléments matériels, tels la vidéo ou le son, sont **des services proposés par le média interactif aux logiciels**. La charge reste à ces derniers de générer les contenus qui seront présentés sur ces média. Dans le cas de la logique du jeu vidéo, la synthèse des contenus peut être modélisée par un alphabet, $\Sigma_m$ , contenant des évènements correspondant au déclenchement de séquences multimédia.

#### Conclusion

Nous venons de mettre en évidence les modalités des échanges entre joueur et média interactif. Le dialogue se créé au travers de leurs interfaces, par les échanges successifs d'évènements. Ainsi chacun des acteurs a un alphabet à sa disposition. Le joueur peut communiquer via les interfaces de perception du média interactif. Les boutons, molettes ou encore gestes qu'il a à sa disposition sont autant de lettres de l'alphabet $\Sigma_p$. En retour, le joueur reçoit des séquences de contenus multimédia, qui sont individuellement des lettres de l'alphabet $\Sigma_m$. Ces deux alphabets contiennent l'ensemble des lettres, des évènements, possibles du système. Le dialogue peut alors être modélisé grâce à un mot formé par une succession de ces lettres. Cet ensemble borné d'évènements permet au jeu vidéo de recevoir les informations en provenance du joueur, de les analyser et de décider de sa réponse,

des évènements qu'il doit produire ou non. Cependant, avant d'aborder cet aspect dans la section suivante, nous allons voir qu'il est nécessaire de faire une traduction des lettres de $\Sigma_p$ pour les projeter dans les évènements prévus par l'auteur.

### 6.3.3 Fonctions de l'interprète dans le jeu vidéo

Nous venons de voir les possibilités offertes par **les média interactifs** quant à la création d'**une boucle d'échange entre un système informatique et un utilisateur**. Nous souhaitons maintenant appliquer ce concept à **l'interprétation au sein du jeu vidéo**. En effet ce dernier rentre dans le cadre de l'interactivité puisque le joueur crée une boucle d'interaction en **manipulant, au travers d'interfaces, son avatar** qui est présent dans l'univers virtuel. C'est donc au travers des **actions entreprises par le joueur que le système peut agir et réagir**.

Nous allons voir que cette étape se réalise en trois phases.

- Tout d'abord, l'évènement issu du monde physique est **traduit** dans l'alphabet connu par le jeu : les évènements du **gameplay**. Cette traduction peut se faire dans une relation 1-1, chaque bouton correspondant alors à une et une seule action, ou une relation 1-*, où un évènement du joueur déclenchera différents éléments du gameplay selon l'état du jeu. Cette étape est nommée la **contextualisation**. Cette translation permet alors d**'exécuter la logique** définie par le jeu sur l'évènement entrant, celui-ci appartenant maintenant à l'alphabet prévu par l'auteur.
- Nous retrouvons alors les deux phases que nous avons identifiées lors de la définition de l'interprète dans l'œuvre en mouvement.
  - D'une part **l'analyse**, qui permet la sélection des réponses possibles du système ;
  - D'autre part**la décision** qui sélectionne la réponse à donner.

#### 6.3.3.1 Contextualisation

Nous avons vu précédemment qu'il n'est pas possible d**'augmenter indéfiniment les évènements générés par les interfaces**. D'un autre coté, les auteurs souhaitent proposer un maximum d'évènements possibles, afin que l'expérience du joueur soit **la plus interactive possible**. Ainsi, la limitation d'un seul et unique élément de gameplay par action d'une interface est contraignant. La contextualisation permet de résoudre ce problème en attribuant **plusieurs éléments du gameplay à un seul et unique contrôle**. Ainsi le joueur peut déclencher des actions différentes dans le jeu pour une même action physique.

Cependant ces changements dans le processus de traduction n'apparaissent pas aléatoirement. Afin de définir l'évènement approprié dynamiquement, le système se sert du **contexte actuel de l'univers virtuel**. Le plus souvent cette contextualisation est faite géographiquement : les entités du jeu proches permettent de déterminer les interactions possibles. Les évènements correspondant à ces actions de gameplay possibles sont alors **attribués aux contrôles disponibles**. Prenons pour exemple un jeu où l'avatar du joueur donne des coups de poing lorsque le bouton A de son clavier est pressé. Ce comportement est observé lorsque le personnage n'est pas proche d'éléments interagissants. En revanche, lorsque ce dernier se retrouve devant une porte, la pression de A entraine l'ouverture de la porte par l'avatar : ce sont des actions dites contextuelles.

Pour obtenir une interactivité la plus pure possible, il est nécessaire de disposer d'**un vocabulaire exhaustif**. La contextualisation permet d'augmenter la taille de alphabet $\Sigma_p$ sans imposer une interface complexe au joueur. L'auteur a également toute liberté de définir les évènements de $\Sigma_m$, puisque cet ensemble dépend des séquences multimédia prévues.

Cependant, la contextualisation a un coût : elle impose un mécanisme supplémentaire que **l'auteur doit superviser**. Ainsi, pour ne pas augmenter exponentiellement la complexité, il est courant de ne **contextualiser que certains contrôles**. Par exemple les boutons d'actions sont le plus souvent contextualisés, tandis que les contrôles de déplacement restent le plus souvent mis en relation avec les mêmes éléments du gameplay tout au long de la partie. Cette étape de traduction permet donc de réaliser une relation entre $\Sigma_p$ et $\Sigma_g$, l'ensemble des éléments narratifs prévus par l'auteur.

La définition de $\Sigma_g$ est importante pour nos travaux. En effet, celui-ci représente **l'ensemble des évènements connus de notre système**. L'auteur a ainsi défini un certain nombre d'évènements à partir desquels il a bâti l'aspect multimédia du jeu, mais aussi la narration. Nous ne traitons pas intégralement $\Sigma_g$. En effet, il est nécessaire de limiter la complexité de modélisation au strict nécessaire. Ainsi ne sont gardés que **les évènements du gameplay qui sont significatifs pour le récit en mouvement**, tels que les dialogues ou les interactions entre personnages principaux. Les évènements comme les déplacements courants des entités ou encore la récupération d'une ressource, sont écartés. De plus l'ensemble des évènements narratifs sont conservés dans notre ensemble d'étude : $\Sigma_n$. C'est à partir de cet ensemble, **composé des évènements narratifs et du gameplay significatif**, que nous développons notre approche.

Ainsi, si les hypothèses de nos travaux viennent d'être définies, il est maintenant nécessaire de contextualiser **les objectifs**. Nous souhaitons proposer les étapes suivantes dans la logique applicative du jeu vidéo : implémenter les fonctionnalités cognitives, de décision, de l'interprète dans le schéma communicationnel du spect-acteur. Nous proposons, couplé à un modèle du récit inachevé, de prendre en charge les fonctionnalités d'analyse et de décision nécessaires à l'interprète pour manipuler à la fois le récit inachevé et les évènements de $\Sigma_n$ entrants.

#### 6.3.3.2 Analyse

L'étape d'analyse pour l'interprète correspond au **traitement des informations qu'il reçoit** à la fois de la part du public et de l'œuvre inachevée. En effet, avant de déclencher une réponse, l'interprète doit tout d'abord **consulter les instructions laissées par l'auteur dans le récit inachevé**. Dans notre cas, il s'agit de la logique du jeu vidéo en elle-même. Celle-ci récupère alors **les éléments de** $\Sigma_n$ qui ont été définis comme valides dans l'état courant du récit en mouvement. Dans le jeu vidéo, il s'agit d'établir, à partir du modèle disponible, les actions possibles dans l'univers virtuel par les entités contrôlables. La phase d'analyse permet donc à l'interprète de **sélectionner un sous ensemble des acteurs** parmi ceux de $\Sigma_n$, l'ensemble des évènements du récit inachevé, comme étant potentiellement éligibles.

#### 6.3.3.3 Décision

**L'étape de décision** succède à l'analyse. L'interprète **sélectionne un ou des évènements de** $\Sigma_n$**,** parmi ceux définis comme possibles dans l'étape d'analyse. Ce sont ces évènements qui déclenchent l'évolution de l'univers, et donc **la synthèse du contenu** qui est **présenté** à l'utilisateur pour alimenter le dialogue. Cette phase est très importante puisque le choix d'un évènement par rapport à un autre peut avoir de grandes incidences. Sans éléments supplémentaires, la décision peut être **aléatoire** : un évènement parmi ceux disponibles est lancé. Cependant, il est également possible de mener un raisonnement pour sélectionner **la réponse la plus appropriée**. Pour ce faire il est nécessaire de définir quel type d'adéquation est souhaitée, Il faut donc disposer d'une **métrique** à laquelle le système peut comparer l'état du récit.

Ainsi nous proposons de maintenir le récit en mouvement dans **un état de qualité satisfaisant** en proposant une quantification de celui-ci. L'auteur défini ainsi des marqueurs, nous avons cité précédemment l'intensité dramatique, contrôle leurs évolutions et fourni les valeurs attendues. La phase de décision peut alors être vue comme les choix permettant de **garder le récit en mouvement dans les bornes ainsi définies par l'auteur**.

## 6.4 Conclusion

Ce chapitre nous a permis de clôturer la définition du contexte de la narration interactive que nous explorons. Ainsi, nous avons tout d'abord précisé la notion de **récit en mouvement** en utilisant la narration classique et l'œuvre en mouvement d'*Umberto Eco*. Nous avons également identifié le récit en mouvement comme la composition de :

- **Un récit inachevé**, ensemble des évènements du récits et leurs règles d'agencements possibles ;
- **Un acte de représentation**, interaction d'un interprète avec le récit inachevé pour produire le récit en mouvement.

A partir de cette définition du récit en mouvement, nous avons fait une correspondance entre celui-ci et le jeu vidéo. Nous avions déjà caractérisé le récit dans le jeu vidéo comme **la succession des éléments de gameplay et des éléments narratifs** dans l'univers virtuel. Dans ce chapitre, nous avons identifié dans le jeu vidéo l'ensemble des objets et processus mis en œuvre lors d'une telle narration interactive. Nous avons alors finalement contextualisé notre approche : les évènements que nous souhaitons contrôler sont **les évènements significatifs du gameplay et l'ensemble des éléments diégètiques,** $\Sigma_n$.

Cet ensemble nous permet de répondre aux deux problématiques du récit en mouvement que nous avons listées ci-dessus. Dans les chapitres suivants, nous allons tout d'abord exposer notre **modèle de récit inachevé**. Celui-ci, détaillé dans le chapitre 7, est la base de nos travaux et formalise un modèle manipulable par les auteurs contenant les informations nécessaires au **contrôle de la narration interactive**. Cependant nous ne limitons pas ce modèle de récit inachevé à notre approche. En effet celui-ci est **un modèle générique** qui permet d'exprimer les éléments auteurs nécessaires à tout récit en mouvement. En revanche, le contrôle effectif de la narration interactive, la mécanique menant à la prise de décisions grâce à ce modèle, dépend alors de choix propres à chaque approche. Nous proposons ainsi, dans la troisième partie de ce document, l'utilisation du modèle abstrait de récit inachevé pour réaliser une **supervision du récit en mouvement par contrôle d'un réseau d'automates**.

# Chapitre 7

# Modélisation de la narration interactive

---

Nous avons vu que le support à la construction du récit en mouvement est **le récit inachevé**. Celui-ci doit contenir les informations nécessaires à la création du récit en mouvement lors de la représentation : un spect-acteur manipule ce modèle et assemble un récit en constituant une succession d'évènements. Dans le chapitre précédent, nous avons identifié les éléments du récit inachevé dans le jeu vidéo :

- D'une part, **le contenu du récit inachevé**, est constitué de l'ensemble des évènements significatifs du gameplay ainsi que de l'ensemble des éléments de la narration diégètique. Cet ensemble, $\Sigma_n$, regroupe ainsi tous les évènements qui peuvent faire évoluer l'état du récit en mouvement ;
- D'autre part, **les règles d'ordonnancement**, permettent de modéliser les successions valides de ces évènements. Elles forment les chemins, les différents récits, qu'il est possible de produire à partir de ce récit inachevé.

Afin de permettre aux auteurs de constituer ces deux éléments pour le jeu vidéo, nous souhaitons ici proposer **un modèle abstrait de récit inachevé**. Celui-ci doit tout d'abord leur permettre de constituer **un modèle du contenu**, des évènements pouvant apparaître. Ainsi, il est nécessaire de leur proposer une méthode de modélisation efficace des évènements du jeu vidéo : la déclaration des évènements de l'ensemble $\Sigma_n$ ne doit pas être un frein à l'expression artistique. En effet, la constitution de cet ensemble volumineux peut rapidement devenir problématique : la complexité des liens entre évènements peut rendre difficile l'appréhension et la vérification du récit inachevé. Cependant cette extensivité du modèle est nécessaire : c'est à partir de ces éléments que l'auteur est à même de proposer des alternatives et des bifurcations dans la trame scénaristique. Il est donc nécessaire que la méthode de modélisation soit la plus efficace et expressive possible.

Dans un second temps, les auteurs doivent ensuite constituer l**es règles d'assemblage** manipulant ce contenu. Celles-ci doivent permettre la limitation des récits en mouvement **aux chemins jugés valides** par l'auteur. Comme nous l'avons vu, il doit pouvoir exprimer des **contraintes structurelles** sur les évènements de $\Sigma_n$, contrôlant ainsi les successions qui vont se produire. Mais l'auteur doit également prévoir **des contraintes qualitatives** sur le récit inachevé. Cet autre élément du contrôle permet de conditionner **la disponibilité de certains chemins en fonction de l'état du récit**. Cette étape nécessite la définition de **quantificateurs**, d'éléments objectifs d'évaluation du récit en cours de production, ainsi que d'objectifs de qualité associés à chacun d'entre eux.

**Organisation du chapitre** Dans ce chapitre, nous commençons par exposer et définir **les besoins** de notre modèle du récit inachevé. Ainsi dans la première section, nous reprenons **les éléments constitutifs du récit en mouvement** que nous avons identifié dans la narration pour le jeu vidéo. A partir de ceux-ci nous exposons les objectifs et contraintes qui s'appliquent au contenu d'une part et aux règles d'autre part. Ces éléments nous amènent, dans la seconde partie, à **formaliser notre modèle abstrait de récit inachevé**. Nous définissons ainsi **les entités de notre modèle**, en utilisant autant que possible le paradigme de **la narration classique**. Cette proximité avec la production classique de récits nous permet de **gérer la complexité** du récit inachevé et, surtout, de proposer aux auteurs de travailler avec **des éléments qui leur sont connus**. Notre modèle utilise cependant des extensions de ces concepts afin d'y appliquer les éléments **de déstructuration nécessaires au récit inachevé**.

## 7.1 Éléments du récit inachevé pour le jeu vidéo

Afin de présenter notre modèle abstrait de récit inachevé, nous souhaitons **présenter les différents** besoins de la narration interactive dans le jeu vidéo. A partir de ces besoins que nous aurons identifiés pour la création d'un récit inachevé, nous exposerons les verrous induits par la complexité de la déstructuration du récit. Cette étape nous permet d'introduire les apports de notre modèle.

Nous allons ainsi commencer par aborder les éléments qui vont être modélisés à partir du jeu vidéo. Cette **présentation évènementielle du jeu vidéo**, $\Sigma_g$ nous permet de le mettre en relation avec **le modèle évènementiel du récit**. Ainsi nous tisserons les liens entre ces deux ensemble afin d'identifier dans le jeu vidéo **les éléments à représenter dans le contenu du récit inachevé**. La modélisation de l'ensemble des évènements de l'univers virtuel et des interactions entre ses entités nous permet ainsi de dégager un sous-ensemble, $\Sigma_n$ : les évènements significatifs pour le récit, ceux qui font évoluer son état.

La déclaration de $\Sigma_n$ sert de point de départ à nos travaux sur le second élément du récit inachevé : **les règles d'assemblage**. En effet, la spécification de celles-ci se base sur la mise en relation des évènements de $\Sigma_n$ entre eux. Elles organisent ceux-ci en séquences narratives représentant les chemins possibles des récits en mouvement. Elles ne peuvent donc être définies que lorsque $\Sigma_n$ est déjà déclaré.

Cette définition se fait en deux étapes :
- En premier lieu, **l'expression des contraintes structurelles**, qui spécifient les ordonnancements possibles des évènements ;
- Dans un deuxième temps, la mise en place d'**une quantification du récit en mouvement** permet à l'auteur d'exprimer des objectifs de contrôle dynamique sur les récits produits. Il s'agit d'objectifs de qualité.

Pour terminer, nous exposerons les solutions choisies dans le modèle pour contrebalancer **l'augmentation de la complexité.**

### 7.1.1 Modèle du contenu

Nous avons précédemment vu qu'une œuvre inachevée est constituée **du contenu de l'ensemble des œuvres qu'elle peut produire**. Dans le cadre du jeu vidéo nous avons établi que ce contenu est constitué des actions qui peuvent être entreprises par le joueur ou les personnages non-joueurs dans l'univers virtuel. Nous considérons ainsi d'une part **le gameplay**, et d'autre part, les éléments

de **la narration diégètique** qui y sont éventuellement liés. Notre modèle doit ainsi permettre aux auteurs d'exprimer cet ensemble afin de servir de référence et de modèle aux récits possibles. Cette manipulation est réalisée par la logique du superviseur lors du contrôle de la représentation.

Nous avons également vu qu'une modélisation possible du récit, proposée par les narratologues, peut se faire sous **une forme événementielle**. Les actions ou groupes d'actions, sont ainsi représentés individuellement par des évènements. Cette abstraction du récit en éléments atomiques permet de **mener des raisonnements sur le récit**. Cette représentation se rapproche ainsi du modèle événementiel utilisé dans le jeu vidéo et permet de **caractériser le contenu du récit en mouvement pour le jeu vidéo**.

Nous allons ainsi voir que la modélisation du contenu récit inachevé pour le jeu vidéo correspond à **la définition par l'auteur de l'alphabet** $\Sigma_n$, formé des évènements du jeu que nous souhaitons superviser. Ces éléments significatifs sont un sous-ensemble de l'ensemble des évènements du jeu vidéo $\Sigma_g$. Cette limitation de notre ensemble $\Sigma_n$ permet de contenir la complexité en ne représentant que les évènements qui impactent réellement le récit produit.

#### 7.1.1.1 Modélisation événementielle

Comme nous l'avons montré dans le chapitre 5, l'œuvre inachevée doit tout d'abord contenir les éléments artistiques de l'œuvre en mouvement : **le contenu**. Ainsi dans le cadre d'une œuvre musicale en mouvement, nous avons cité le *Scambi* de *H. Pousseur*, le contenu de l'œuvre inachevée est représenté sous la forme de partitions indépendantes. Ce principe peut s'étendre aux autres formes d'art. Par exemple, dans le cadre de l'architecture, il est possible d'imaginer **un bâtiment inachevé**. Celui-ci aurait alors comme contenu **des modules de bâtiments**, éléments atomiques, proposés par un architecte. La réalisation d'un bâtiment est alors envisageable lors d'une représentation, par une entreprise de construction par exemple.

Dans le cadre artistique qui nous intéresse, **le récit**, l'œuvre inachevée doit également proposer **une formalisation du contenu** idoine. Grâce à la narration classique, nous avons identifié ce contenu comme **les actions, prenant place dans le récit**. Si nous étions dans un art particulier utilisant la narration, la littérature ou le cinéma par exemple, nous pourrions proposer directement ce contenu déstructuré. Ainsi notre modèle manipulerait des morceaux de textes ou des séquences vidéos qu'il faudrait ensuite assembler en une œuvre en mouvement. Cependant, dans le cadre de notre approche **le contenu final du jeu vidéo est complexe**. Nous avons ainsi vu que celui-ci est composé d'éléments **multimédia** qu'il est nécessaire de calculer et synthétiser de manière synchrone. Cette génération dynamique du contenu , et les problématiques associées, est **hors du cadre de nos recherches**. Nous ne travaillons donc pas directement avec le contenu mais par une abstraction de celui-ci.

Nous avons ainsi choisi d'utiliser pour notre approche la modélisation du récit proposée par **les narratologues structuralistes**, que nous avons introduit dans le chapitre 2. Ceux-ci utilisent **une représentation événementielle du récit** afin de construire des raisonnements et des théories sur leurs structures narratives. Cette forme de modélisation permet d'abstraire le récit de l'art dans lequel il est présenté (roman, film, BD, ...). Ainsi, les contenus du récit, et donc les actions qui y prennent place, sont spécifiés sous la forme d'évènements. Cette modélisation nous permet de ne pas manipuler directement les contenus en travaillant sur une abstraction. Il est ainsi plus simple de mener des raisonnements sur les structures narratives sous la forme d'évènements plutôt que sur des éléments artistiques.

Le choix d'un modèle événementiel ne vient pas uniquement de l'analyse des travaux des nar-

ratologues. En effet, nous avons vu que le fonctionnement du système média interactif-jeu vidéo permet d'observer **l'univers virtuel en temps réel**. Cette observation est faite de manière événementielle puisque la communication entre le média interactif et le joueur est déjà évènementielle.

Ainsi, dans notre proposition de modèle du récit inachevé, nous manipulons les évènements apparaissant dans l'univers virtuel, ceux **produits par les entités du jeu**, mais également ceux issus **des actions de l'avatar du joueur**. Cette observation n'impacte pas la prise en compte des choix de l'utilisateur, puisque les actions menées par l'avatar du joueur, appartenant également au contenu, sont une représentation directe des volontés de celui-ci. Nous avons détaillé dans le chapitre précédent le passage des interactions de l'utilisateur avec le média interactif, $\Sigma_p$, aux évènements de l'univers virtuel, $\Sigma_g$. Cette **traduction**, qui peut passer par une étape de contextualisation, nous permet de **modéliser l'ensemble des évènements que nous allons superviser**, $\Sigma_n$, et ainsi **exprimer les contraintes quant à leur occurrence**.

#### 7.1.1.2 Les évènements comme contenu du récit inachevé

Dans le chapitre précédent nous avons qualifié les évènements constitutifs de $\Sigma_n$. Il s'agit :

- **Des éléments de gameplay**, c'est à dire l'ensemble des actions issues des règles du jeu, qu'elles soient menées par l'avatar du joueur ou pas des entités contrôlées directement par le jeu ;
- De **la narration diégètique**, les éléments appartenant à la diégèse du jeu et à son évolution au cours de la partie. Ces évènements ne sont généralement pas directement produits par les entités du jeu, mais déclenchés en concomitance de l'apparition d'évènements de gameplay auxquels ils sont liés.

Cependant, l'ensemble des évènements formé par ces deux aspects de la narration dans le jeu vidéo ne sont **pas automatiquement éligibles** pour appartenir à $\Sigma_n$. En effet, certains éléments ne doivent pas être modélisés, du fait qu'**ils n'influencent pas directement sur l'état du récit en mouvement**. Ainsi l'observation de l'apparition de ces évènements n'est pas nécessaire pour maintenir à jour une représentation du récit en mouvement, puisque leur occurrence laisse le récit dans le même état. Dès lors, ils peuvent être retirés de $\Sigma_n$ afin de réduire le plus possible notre ensemble d'étude et ainsi **limiter la complexité** au niveau strictement nécessaire. Ces éléments exclus sont principalement **les éléments de gameplay non-significatifs**. Ceux-ci sont les représentations des **actions courantes des entités** de l'univers virtuel, avatar du joueur y compris, qui ne sont **pas liées au déclenchement d'évènements de la narration diégètique**, c'est à dire qui n'apportent pas de valeur pour le récit. Nous pouvons ainsi citer les déplacements des personnages ou encore l'interaction de l'avatar avec des entités non importantes pour le récit.

Il nous reste maintenant à définir la méthodologie pour constituer $\Sigma_n$. Les évènements que nous utilisons pour modéliser les actions prenant place dans l'univers virtuel pourraient être extraits directement depuis le jeu vidéo, et plus précisément depuis le modèle employé par **le moteur de jeu**. En effet, l'auteur spécifie nécessairement les entités dans celui-ci afin de leur donner une représentation graphique, ou bien encore, la logique régissant leurs interactions avec les autres entités. Cependant la multiplicité des moteurs et des leurs modèles rend cette tache difficile. Bien que prometteuse, nous laissons cette approche de coté pour **la complexité d'interconnexion avec le moteur de jeu** qu'elle introduit.

Nous choisissons donc de laisser la définition de $\Sigma_n$ à la charge de l'auteur. Celui-ci doit ainsi déclarer dans notre modèle les évènements qu'il souhaite voir **observés et pris en compte** par

l'interprète. Si cette déclaration manuelle peut être fastidieuse, elle est indispensable à l'exhaustivité du modèle et à sa pertinence vis à vis de l'univers virtuel supervisé.

Cette constitution de $\Sigma_n$ permet de disposer des éléments nécessaires à l'auteur pour **spécifier les règles d'assemblage** dans notre modèle de récit inachevé. Il va ainsi manipuler ces évènements afin de **conditionner les séquences narratives qu'il souhaite voir apparaitre** dans les parties du jeu, les récits en mouvement. Avant de passer à la définition de ces règles, nous souhaitons noter que cette définition complète des évènements peut être complexe. Une quantité d'évènements élevée peut amener l'auteur à se perdre dans le récit inachevé qu'il tente de construire, ou bien le décourager de déclarer tous les évènements nécessaures. Afin de répondre à cette problématique, nous proposons une organisation des évènements en structures issues des travaux des narratologues, **les actants et les acteurs**. Nous aborderons cet aspect dans la dernière partie de cette section.

Pour garder traces des éléments de notre modèle et des verrous que nous présentons, nous utilisons le tableau suivant :

| **Éléments de notre modèle** | $\boldsymbol{\Sigma_n}$ : l'ensemble des évènements possibles du récit |
|---|---|
| **Verrous** | **Nombre et maillage des évènements** |

### 7.1.2 Règles d'assemblage

La seconde partie d'une œuvre inachevée est **l'ensemble des règles d'assemblage** du contenu. Elles permettent de garantir des œuvres cohérentes et de qualité lors de la représentation. En effet, la seule définition de l'ensemble des contenus possibles n'est **pas satisfaisante pour la production d'une œuvre de qualité**. Ainsi, si aucune règle, guidant l'interprète dans la manipulation de l'œuvre inachevée, n'est fournie par l'auteur ce dernier effectue **une improvisation** à partir des contenus fournis, les assemblant selon ses connaissances ou son envie. L'auteur n'est alors pas en mesure de **garantir des propriétés** sur les œuvres produites. Il doit ainsi avoir la possibilité de spécifier **des contraintes sur l'agencement du contenu** à partir de $\Sigma_n$. Dans l'exemple du *Scambi* que nous avons déjà cité, *H. Pousseur* ne propose pas seulement des partitions individuelles, il définit en plus **les enchainements valides** de partitions. Ainsi l'interprète voit sont choix réduit lors de la sélection du prochain morceau de contenu lors de la réalisation. Mais ceux disponibles ont été explicitement reconnus valides par l'auteur, **garantissant ainsi la qualité structurelle du récit**.

Dans notre approche du récit en mouvement, nous avons vu que notre contenu est représenté par **un modèle des actions pouvant apparaître**. La définition des règles doit donc permettre à l'auteur de spécifier **les séquences d'évènements** qu'il souhaite voir se produire à chaque état du récit. Cette définition s'apparente à la spécification de **l'ensemble des chemins, des récits, qui peuvent être parcourus par le spect-acteur**. Cette étape réduit sensiblement les récits possibles, comparé à l'ensemble des combinaisons possibles d'évènements, mais garantie ainsi le récit proposé au public. Afin d'atteindre cet objectif, nous introduisons deux niveaux de définitions de règles dans notre modèle.

– Tout d'abord une définition **des règles structurelles**. Chaque évènement voit ses possibilités d'apparition restreintes à certains états du récit, c'est à dire à l'occurrence d'autres évènements, ou de séquences d'évènements, particulières avant lui. Nous verrons que cette étape s'apparente à **la définition du langage accepté par le récit inachevé** sur l'alphabet $\Sigma_n$.

– L'auteur peut également vouloir appliquer **une supervision qualitative** du récit. Ainsi **des objectifs de qualité** sont déclarés, basés sur une **quantification** du récit en cours, à destination de l'interprète qui devra alors respecter ce cadre lors de l'exécution

#### 7.1.2.1 Déclaration des règles structurelles

Il est donc nécessaire, dans une œuvre inachevée, de proposer un formalisme dirigeant **l'apparition des contenus lors de la production** d'une œuvre en mouvement. En effet, ceux-ci vont diriger la phase de production par l'interprète. Qu'il s'agisse des instructions contraignant l'ordre d'apparition des partitions dans une musique en mouvement, ou bien les contraintes topologiques guidant l'utilisation de parties de bâtiments dans une architecture en mouvement, celles-ci sont indispensables au **contrôle de l'auteur sur les propriétés finales de l'œuvre**. Nous devons donc identifier, pour notre modèle de récit inachevé, les formalismes possibles exprimant ces contraintes.

La proposition de **séquences narratives valides** ne se limite pas au récit en mouvement. Nous avons déjà rencontré cette problématique lors de notre analyse de la narration classique. Ainsi, les narratologues utilisent, dans **les structures narratives** qu'ils théorisent, des formalismes permettant d'exprimer les séquences d'évènements qui sont valides ou non. Nous avons par exemple présenté la grammaire de *Propp* qui spécifie les mots, les récits possibles, reconnus comme valides pour. Cette forme de représentation permet **d'exprimer de manière concise les enchaînements d'évènements**, sans produire exhaustivement l'ensemble des séquences possibles.

Nous souhaitons utiliser, dans notre modèle du récit inachevé, cette notion de séquences des structures narratives. Afin de ne pas dépendre d'un formalisme en particulier, nous choisissons un dénominateur commun entre eux : les pré-conditions sur les évènements. Celles-ci formulent des contraintes sur l'état des variables du système. Ainsi, nous proposons de déclarer, pour chaque évènement, les valeurs que **les variables du récit** doivent respecter pour rendre cet évènement valide. Des éléments de contrôle supplémentaires peuvent être appliqués, comme nous le ferons, afin d'ajouter d'autres mécanismes d'expression des règles. Mais la plupart des formalismes permettent une conversion depuis et vers un modèle événementiel à pré-condition. Nous procédons de la sorte dans nos travaux, en modélisant les séquences valides sous la forme d'automates, qui introduit la définition explicite des évènements suivant autorisés, via les transitions C'est donc les spécificités de chaque approche qui permettront de choisir **une représentation adéquate** des séquences valides, celle-ci pouvant alors être converties en modèle évènementiel à pré-condition. Nous notons ainsi ces ensembles :

– V : l'ensemble des variables du modèle ;
– P : l'ensemble des pré-condition du modèle.

La définition des séquences narratives est une étape **complexe**. En effet, selon le nombre d'évènements mis en jeu, l'auteur peut se trouver face à la définition des relations entre plusieurs centaines d'évènements les uns par rapport aux autres. Comme nous le verrons dans la section suivante, cette complexité peut être modulée en ne considérant pas $\Sigma_n$ dans son intégralité, mais en spécifiant des cadres narratifs plus restreint **mettant en jeu moins d'évènements**.

Mettons à jour notre tableau :

| | |
|---|---|
| **Éléments de notre modèle** | $\Sigma_n$ : l'ensemble des évènements possibles du récit<br>**V** : l'ensemble des variables<br>**P** : l'ensemble des pré-conditions |
| **Verrous** | Nombre et maillage des évènements<br>**Explosion combinatoire des séquences narratives** |

#### 7.1.2.2 Quantification et objectifs de qualité

**Une définition stricte** des récits possibles, la définition de l'ensemble des récits valides, n'est pas l'unique moyen pour l'auteur d'**exprimer des contraintes sur le récit en mouvement**. En effet, si l'expression de **l'ensemble des séquences valides** est une solution, celui-ci peut également proposer des séquences narratives moins restrictives. Il est alors nécessaire d'associer aux chemins possibles **des objectifs de qualité** pour le récit en mouvement. Ainsi l'ensemble des séquences possibles est non seulement **filtré par les séquences narratives définies comme valides**, mais celles-ci sont elles-même restreintes **par une vérification de la qualité du récit au cours de la production**.

Nous avons abordé cette notion de qualité du récit lors de notre présentation de la narration classique. Si la structure narrative est importante pour produire un récit **bien formé**, il est également possible pour les auteurs d'**imposer des contraintes de qualité**. Nous avons ainsi introduit la notion de **quantificateur**. Les quantificateurs sont **un sous-ensemble des variables de notre modèle** qui expriment des marqueurs objectifs sur des aspects qualitatifs du récit. Afin d'appliquer un contrôle sur la qualité du récit, l'auteur doit donc, en plus de définir les quantificateurs du récit, spécifier des objectifs de valeurs pour ceux-ci.

Cette étape commence par la définition **d'un ensemble de variables**. Les valeurs de celles-ci sont maintenues à jour lors de l'occurrence des évènements du récit. **Chaque évènement est ainsi associé à l'évolution d'un ou de plusieurs quantificateurs**. Cette vision biaisée du récit offre tout de même un nouvel indicateur à l'interprète. Pour traiter les quantificateurs, l'interprète doit également disposer, d'une référence donnée par l'auteur. Ainsi ce dernier doit modéliser, en plus de l'ensemble des quantificateurs et de leurs évolutions selon les évènements, **des objectifs de qualité**. Elles matérialisent les bornes dans lesquelles la valeur des quantificateurs peuvent évoluer. La sortie de ces bornes représente alors **un état insatisfaisant du récit**, car ne respectant pas les objectifs de qualité. La quantification du récit intervient avant tout pour **la sélection des évènements**, seul ceux ne faisant pas sortir les quantificateurs de leurs bornes sont éligibles. Cependant, dans notre proposition, nous verrons qu'il est également possible d'utiliser ces quantificateurs pour **rechercher des chemins valides** dans les séquences narratives possibles. Nous notons ainsi ces ensembles :

- Q : l'ensemble des quantificateurs du récit
- O : l'ensemble des objectifs des quantificateurs

La définition **des règles d'assemblage** est également un point sensible de la définition du récit inachevé. En effet, la définition des séquences narratives possibles est un moment critique, conditionnant **la structure et la qualité des récits** qui pourront être créés,. La spécification de séquences narratives complexes, proposant **de nombreuses alternative**s au joueur, c'est à dire des chemins différents, est indispensable. Cependant leur modélisation effective par l'auteur peut se révéler une tâche complexe. En effet, selon le nombre d'évènements mis en jeu, la définition de **l'ensemble des combinaisons valides** peut être fastidieuse. Cependant, dans ce modèle abstrait, nous

ne proposons pas d'autres formalismes de représentation, laissant cette charge aux représentations formelles dérivées. Nous avons également abordé **la quantification du récit** en mouvement, permettant de spécifier des séquences narratives moins contraignantes pour l'interprète, et donc moins complexes à définir. La production du récit en mouvement est alors contrôlée avec les valeurs de ces quantificateurs vis à vis de leurs objectifs.

Mettons à jour notre tableau suite à l'exposé des derniers éléments de notre modèle :

| | |
|---|---|
| **Éléments de notre modèle** | $\Sigma_n$ : l'ensemble des évènements possibles du récit<br>V : l'ensemble des variables<br>P : l'ensemble des pré-conditions<br>**Q** : l'ensemble des quantificateurs<br>**O** : l'ensemble des objectifs des quantificateurs |
| **Verrous** | Nombre et maillage des évènements<br>Explosion combinatoire des séquences narratives |

Nous allons maintenant conclure cette section en exposant deux solutions que nous proposons pour la gestion de la complexité dans notre modèle de récit inachevé : la définition d'un **niveau local d'exécution**, limitant le nombre d'évènements disponibles, et la **construction par héritage de structure narrative** pour les évènements de $\Sigma_n$.

### 7.1.3 Gestion de la complexité du modèle abstrait de récit inachevé

Nous venons de proposer **une formalisation rapide** de notre modèle abstrait de récit inachevé. Celle-ci nous a permis d'introduire les enjeux de celui-ci et ses éléments constitutifs. Avant de procéder à sa formalisation complète dans la prochaine section, nous devons adresser **les verrous** que nous avons identifiés. Rappelons les :

- **Nombre et maillage des évènements** : le modèle doit être en mesure de **représenter un grand nombre d'évènements** pour $\Sigma_n$. De ce nombre dépend le nombre de récits différents possibles ; l'auteur doit ainsi être en mesure de les **manipuler efficacement** et d'en proposer des séquences variées.
- **Explosion combinatoire des séquences narratives** : les séquences des évènements de $\Sigma_n$ possibles doivent être explicitement représentées. Le nombre de combinaisons possibles **augmente exponentiellement** par rapport à $\Sigma_n$. L'auteur doit donc disposer d'**une méthode expressive et concise** pour déclarer des ensembles de séquences narratives.

Nous proposons **trois solutions** pour adresser ces verrous : une solution transversale et une solution spécifique à chacun des deux verrous. La proposition d'une solution commune repose sur **un modèle itératif** : l'auteur définit des **éléments types** dans un niveau abstrait et les ré-utilise dans un niveau instancié du modèle. Cette approche permet de mutualiser les déclarations, en créant plusieurs instances d'un élément abstrait par exemple. Nous utilisons ces deux niveaux pour augmenter les solutions individuelles de chaque verrou.

**Le nombre d'évènements** est traité, encore une fois, au travers des approches des narratologues structurels. Nous définissons ainsi un élément *Acteur* dans notre modèle, entité formée par **le regroupement de plusieurs évènements atomiques** du récit. Cette catégorisation permet d'ordonner la déclaration des évènements $\Sigma_n$. Cette approche est complémentaire d'un niveau abstrait. En effet, les évènements types sont regroupés dans des *Actants*. Ceux-ci permettent de déclarer

**des groupes d'événements types**. Au niveau instancié, les *Acteurs* ont la possibilité d'hériter de ces actants, s'appropriant alors leurs différents comportements. Nous ré-utilisons **ce mécanisme d'héritage** pour notre deuxième verrou.

Nous définissons une entité *Situation* au niveau abstrait composée de plusieurs *Actants*. Les trames scénaristiques proposées dans les *Situations* ne peuvent mettre en relation **que les évènements des actants déclarés en paramètres**. La situation forme ainsi **un contexte local de narration**. Les évènements des autres actants sont ignorés, réduisant ainsi le nombre d'évènements à ordonner. Pour faciliter les manipulation du récit inachevé par l'auteur, nous définissons donc trois parties dans notre modèle :

- **La structure narrative** : niveau le plus abstrait. L'auteur y définit des éléments type, réutilisables dans l'histoire ;
- **L'histoire : univers du récit**. Les évènements modélisés sont ceux représentés dans le récit ;
- **La séquence narrative** : définition des récits valides.

**La structure narrative** reprend le nom du concept présent en narratologie car elle en est le quasi reflet. Ainsi nous définissons dans ce modèle abstrait les éléments ***Situation*** et ***Actant***. Comme en narratologie, les *Actants* permettent de définir des rôles, groupes d'évènements, génériques. Au lieu de manipuler des évènements individuels, l'auteur peut ainsi appliquer des traitements à **ces catégories d'évènements**. En narratologie, la structure narrative définit également l**es primitives du récit**, les fonctions narratives de base. L'utilisation de chaque évènement comme primitive permet un contrôle très fin de l'auteur mais rend complexe la constitution des séquences possibles. Nous préférons définir **un cadre local** pour la création de ces séquences validées : la *Situation*. Celle-ci est paramétrée par des *Actants* qui vont **exposer leurs évènements** dans son contexte local. Ainsi les séquences narratives possibles dans une *Situation* ne concernent que les évènements de ses *Actants*.

Les éléments de la structure narrative sont ré-utilisés dans le modèle d'**histoire**. Celui-ci déclare des entités instanciées par rapport à celles que nous venons de présenter : la ***Scène*** et l'***Acteur***. Ce dernier est une réalisation des *Actants*. Ainsi, un *Acteur* peut **hériter** de plusieurs d'entre eux et **s'approprie leurs évènements types en les transformant en évènements du récit**, appartenant à $\Sigma_n$. De cette manière l'auteur peut rapidement déclarer un grand ensemble d'évènements pour son récit inachevé. De la même manière, une *Scène* est l'implémentation d'une *Situation*. Seulement elle n'est pas paramétrée par des *Actants*, mais pas des *Acteurs*. L'auteur peut alors construire rapidement un **grand nombre de cadres narratifs locaux** instanciés dans son récit.

Enfin, **la séquence narrative** permet à l'auteur de définir **les récits possibles** à partir des primitives du récit inachevé : les **Scènes** déclarées sont mises en relation les unes avec les aux autres. Il s'agit **du niveau global de narration**. De cette manière l'auteur ne manipule pas directement les évènements, **il déclare les séquences de scènes valides**.

## 7.2 Modèle abstrait du récit inachevé

La première étape lors de la création d'une narration interactive est de proposer un récit inachevé. Celui-ci est manipulé par l'interprète sous la commande du joueur, dans le cadre de notre étude, et va permettre de produire un récit. Nous avons vu que dans la narration classique, les narratologues modélisent le récit au moyen de structures narratives. Nous utilisons la même méthodologie dans notre modèle abstrait de récit inachevé pour faciliter les étapes déclaratives que l'auteur doit réaliser. Nous découpons ainsi notre modèle en trois niveaux. L'obtention d'un récit inachevé passe

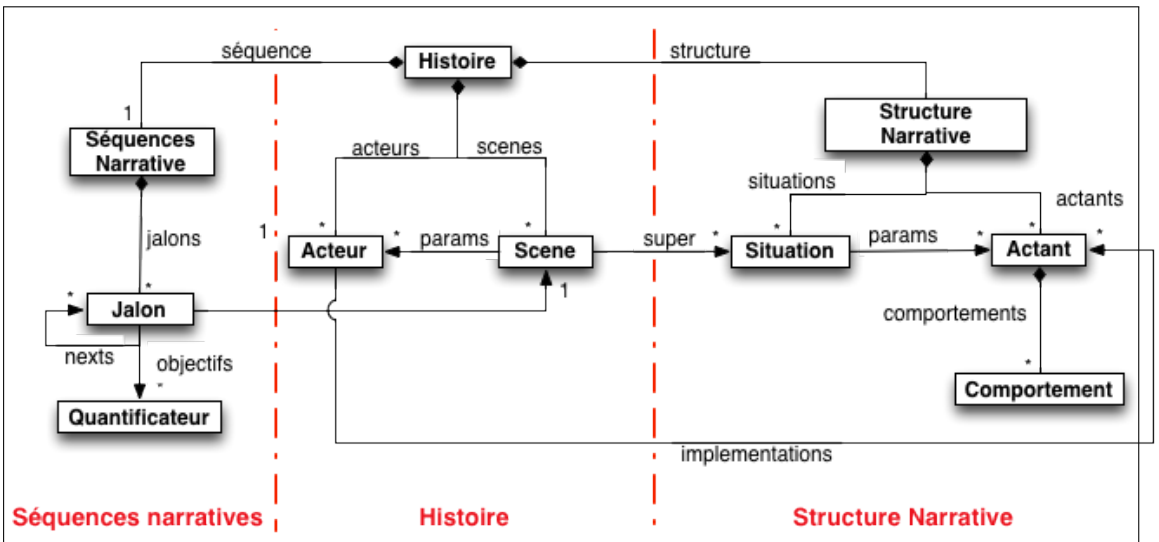


FIGURE 7.1 – Modèle de narration interactive.

alors par la production de ces trois modèles, représentant différents niveaux de dérivation :

- **La structure narrative** : Ensemble des archétypes et des évènements génériques associés. Première définition des primitives narratives, contextes locaux abstraits,.
- **L'histoire** : Instanciation de la structure narrative dans une diégèse particulière menant à la définition des acteurs et des scènes réelles du récit ;
- **Les séquences narratives** : déclaration des récits acceptés au niveau narratif global : enchainements possibles des primitives.

Nous reprenons cette subdivision pour les éléments communs entre la narration classique et la narration interactive. En effet la structure narrative et l'histoire peuvent-être représentées de manière équivalente quelque-soit la forme de narration employée : **le récit produit sera composé d'acteurs effectuant des actions au sein d'un univers**. Les changements vont apparaitre lors du choix de ces actions, tant dans leur occurrence que dans leur ordonnancement.

Dans la section précédente nous avons balayé ce modèle rapidement afin d'introduire les concepts mis en jeu. Nous allons maintenant **formaliser chacune des parties** (cf. figure 7.1) que nous avons identifiées en commençant par la structure narrative. Celle-ci nous permettra de définir ensuite l'histoire qui elle-même nous mènera à la séquence narrative.

### 7.2.1 Modèle de structure narrative

Les narratologues définissent une structure narrative dans la création d'un récit comme support de l'histoire. Cette structure narrative comporte les informations nécessaires à la création d'une histoire sans incorporer les détails issus de la diégèse dans laquelle elle est instanciée. La structure narrative permet de définir les évènements qui vont se produire de manière générique, sans encore les attribuer à des personnages en particulier. **La définition d'une structure narrative, outre la déclaration des actions qui vont prendre lieu dans l'histoire, permet également une réutilisabilité entre histoire** (cf. figure 7.2).

Les formes des structures narratives sont diverses. Si la représentation sous forme de grammaires, comme proposée par *Propp* ou bien *Todorov*, semblent être le plus directement en lien avec les

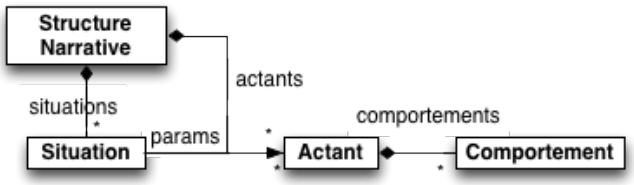


FIGURE 7.2 – Modèle de structure narrative.

automates que nous utilisons dans notre approche , elle en présente les mêmes inconvénients : la complexité du formalisme employé ainsi que la difficulté à gérer des ensembles complexes d'évènements. Nous avons choisi d'aborder notre modèle de structure narrative sous une forme proche de celle proposée par *Greimas*, ou plus récemment par *Kafalenos*, en agrégeant les comportements au seins de rôles nommés *Actants*. Les actants sont les archétypes des acteurs qui vont pouvoir prendre place au sein de l'histoire et définissent les comportements, les actions qu'ils vont pouvoir entreprendre.

**Définition 7.2.1.1** (***Actant***) Les actants définissent le regroupement d'un ensemble de comportement au sein d'une même structure. Les actants forment les rôles attribuables au sein de l'histoire.

**Un actant** est défini par le n-uplet :

- $\boldsymbol{\sigma_n^a}$ : Un ensemble de comportements ;
- $\boldsymbol{v}$ : Un ensemble de variables ;

**Définition 7.2.1.2** (***Comportement***) Les comportements sont les unités de notre modèle. Ils représentent une action significative au sens de l'histoire. Un comportement représente un évènement dans le récit, une modification des vecteurs d'états $v$ des actants et donc celui du récit.

**Un comportement** est défini par le n-uplet :

- $\boldsymbol{e}$ : une étiquette telle que $e \in \Sigma_a^n$, où $\Sigma_a^n$ est l'ensemble des évènements génériques du récit.
- $\boldsymbol{p(V)}$ : ensemble de pré-conditions exprimées sur l'ensemble $V$. $V$ est composé de l'ensemble des vecteurs d'états des actants de la structure narrative.

Il est possible de définir une structure narrative simplement avec les actants que nous avons définis précédemment. L'ensemble des évènements possibles au sein de l'histoire sont alors définis et, dès lors qu'ils sont accessibles, peuvent-être produits. Cependant la conception et la vérification d'une narration ainsi modélisée augmente en complexité avec le nombre d'actants produits : il est en effet difficile de s'assurer de la cohérence de l'histoire si tous les actants peuvent intervenir à chaque instant.

**Définition 7.2.1.3** (***Situation***) La situation permet de subdiviser cet ensemble d'évènements possibles en regroupant un certain nombre d'actants au sein d'une même situation. Ce sous-ensemble permet d'isoler les comportements que l'auteur souhaite voir apparaitre au sein de la narration en

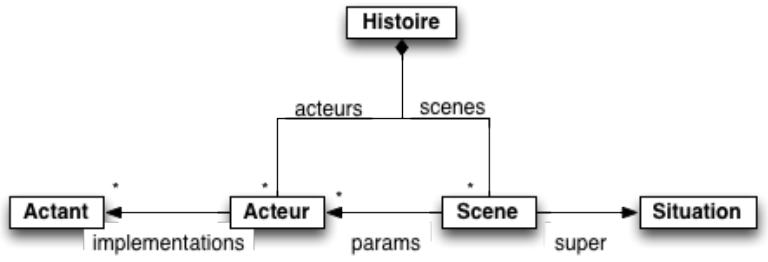


FIGURE 7.3 – Modèle d'histoire.

cours.

**Une situation** est définie par le n-uplet :

- $\boldsymbol{Aa}$ : l'ensemble des actants paramètres de cette situation ;
- $\boldsymbol{nl}$ : Un ensemble de règles d'ordonnancement des comportements de $Aa$
- $\boldsymbol{C(V_{Aa})}$ : Un ensemble de pré-conditions sur les variables des actants passés en paramètres.

### 7.2.2 Modèle d'histoire

Si la structure narrative permet de définir les comportements qui vont être produits lors de la narration, elle reste une définition générale. **Il est nécessaire d'instancier ce modèle au sein de la diégèse, de l'histoire que l'on souhaite voir produire**. Le modèle d'histoire permet cette étape (cf. figure 7.3).

**L'histoire est une instanciantion de la structure narrative**. Les actants déclarés dans la structure vont être instanciés au sein d'acteurs. Les acteurs représentent les entités qui vont prendre en charge le déroulement de la narration. Les situations de la structure sont également instanciées à fin de former des scènes ne prenant non plus des actants en paramètres mais des acteurs.

**Définition 7.2.2.1** (***Acteur***) Les acteurs implémentent un ensemble de rôles, d'actants, définis dans la structure narrative. Cette implémentation permet de définir les comportements qu'ils vont pouvoir effectuer, mais également leur accès aux situations qui vont prendre place au sein de l'histoire.

**Un acteur** est défini par un n-uplet :

- $\boldsymbol{sup}$ : Un ensemble d'actants implémentés par cette acteur ;
- $\boldsymbol{\sigma_n}$ : l'ensemble des comportements de l'acteur. $\sigma_n$ est formé de l'union de l'ensemble des $\sigma_n a$ des actants. Les comportements sont instanciés et préfixés lors de cette recopie.

**Définition 7.2.2.2** (***Scène***) Les scènes sont des instanciation des situations définies dans la structure narrative. Une scène, qui peut être associée à une scène au théâtre ou au chapitre d'un livre, est une unité de narration dans laquelle les actants, définis en paramètre dans la situation mère, sont représentés. Présente au niveau de l'histoire, la scène prend quant à elle, en paramètre, des acteurs. Ceux-ci héritent d'un ou plusieurs actants imposés par les paramètres de la situation mère.

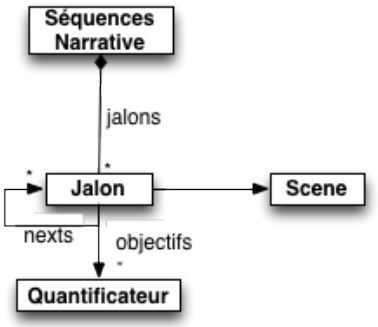


FIGURE 7.4 – Modèle de séquences.

**Une scène** est définie par un n-uplet :

– ***Ar*** : l'ensemble des acteurs paramètres de cette scène ;
– ***s*** : la situation qu'implémente cette scène.

### 7.2.3 Modèle de séquence narrative

La dernière étape du modèle de narration interactive que nous proposons est **la création du récit inachevé, c'est à dire la succession des évènements qui vont avoir lieu** lors de la création du récit. Si dans une narration classique cette succession d'évènements est linéaire, choisie par l'auteur, dans le cadre de la narration interactive il est nécessaire de proposer une modélisation laissant une certaine liberté au joueur. Nous avons vu que la narration interactive s'étendait de la narration linéaire, où le spect-acteur déroule l'histoire mais n'influe pas sur celle-ci, à une narration totalement assumée par l'utilisateur. La modélisation doit donc permettre de répondre à un tel cahier des charges.

Dans le modèle d'histoire nous avons défini les scènes qui représentent des unités de narration. Au sein de celles-ci le joueur a un premier degré de liberté selon les enchainements prévu dans la structure narrative par l'auteur. Cette narration locale doit également être accompagnée d'une narration globale, de la gestion de l'enchainement des scènes lors de la narration. Nous définissons ainsi les séquences narratives de notre modèle au travers de *Jalons* (cf. figure 7.4).

**Définition 7.2.3.1** (***Quantificateur***) Le Quantificateur est une entité permettant de représenter une marque de qualité sur le récit. Il est constitué d'une fonction permettant le calcul d'une valeur à partir du vecteur d'états du récit. Il contient également une fonction permettant d'obtenir l'état attendu du récit en fonction de son exécution. Les quantificateurs permettent de spécifier un niveau supplémentaire de contrôle sur le récit.

**Définition 7.2.3.2** (***Jalon***) Le Jalon de narration est une sur-couche de la scène du modèle d'histoire. Il permet de définir la place d'une scène au sein de la narration. Le jalon est composé de contraintes, quant à son accessibilité, et des jalons successeurs. Le jalon pointe vers une scène.

– $sc$ : la scène référencée ;
– $q$ : l'ensemble des quantificateurs de ce jalon ;
– $n$ : l'ensemble des jalons pouvant succéder à ce jalon.

– $f(V)$ : fonction retournant l'état du quantificateur, sa valeur, en fonction du vecteur d'états ;
– $o(V)$ : fonction qualifiant l'état attendu du récit en fonction, en fonction du vecteur d'états ;

## 7.3 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons défini **un modèle abstrait de récit inachevé**. Celui-ci permet de modéliser les éléments d'un récit inachevé que nous avons ici identifiés :

– $\Sigma_n$, l'ensemble des **évènements possibles** du récit ;
– $V$, l'ensemble des **variables** composant le vecteur d'états du récit ;
– $P$, l'ensemble des **pré-conditions** sur $\Sigma_n$. Il s'agit des conditions d'occurrence des évènements du récit ;
– $Q$, l'ensemble des **quantificateurs** du récit ;
– $O$, l'ensemble des **objectifs associés aux quantificateurs**.

Ces éléments, identifiés lors de la contextualisation de la narration interactive que nous avons menée depuis le début de ce document, sont cependant difficiles à représenter. **La complexité et la quantité des éléments manipulés** peut se révéler être un frein pour l'auteur lors de la phase de conception. Nous avons ainsi identifié les verrous suivants :

– Gestion de l'ensemble $\Sigma_n$. La quantité d'évènements disponibles dans le contenu du récit inachevé **influe directement sur le nombre de récits qu'il est possible de générer**. Il est donc indispensable de proposer une gestion efficace de cet ensemble pour l'auteur, **tant en déclaration qu'en manipulation** ;
– Explosion combinatoire des séquences narratives. Le nombre de séquences narratives proposées est le deuxième facteur influençant le nombre de récits qui peuvent être produits à partir d'un récit inachevé. Il est nécessaire de proposer des méthodes de modélisation à l'auteur afin qu'il puisse **déclarer aisément un grand nombre de séquences**.

Nous avons ensuite proposé notre modèle qui satisfait à la fois aux éléments du récit inachevé tout en proposant des solutions aux verrous cités ci-dessus. Nous avons ainsi spécifié une séparation des entités de notre modèle en trois parties :

– **La structure narrative**, niveau abstrait de notre modèle elle permet la définition des **Actants** et de leur **Comportements** ainsi que la création de contexte locaux d'exécution narratif, les **Situations**.
– **L'histoire**, caractérise les éléments qui seront réellement manipulés et observés lors de la production du récit. Ainsi les entités mises en avant dans ce niveau sont les ***Acteurs*** et les ***Scènes***. Ceux-ci sont directement en relation avec les entités de la structure narrative, à partir desquelles ils **héritent** des comportements. Les définitions à prendre en charge par l'auteur sont ainsi facilités en regroupant l'information.
– **Les séquences narratives**, représentent les récits validés par l'auteur. Elles sont formées **de contextes locaux**, les Scènes, qui sont **ordonnancés par leurs pré-conditions** ainsi que, potentiellement, par une **déclaration explicite des successions possibles**.

Notre modèle abstrait de récit inachevé nécessite d'être implémenté et surchargé pour se conformer à une approche de contrôle de la narration interactive donnée. Nous appliquerons ce principe à

notre **méthode de contrôle de la narration interactive par automates** dans le chapitre 9. Il est cependant nécessaire de définir auparavant cette méthode en détaillant notre modèle de récit inachevé par **réseau d'automates** et les mécanismes de contrôle associés.

# Troisième partie

# Approche de synthèse de superviseurs pour l'exécution de narrations interactives

# Chapitre 8

# Modélisation et contrôle du récit en mouvement

---

**La définition du récit inachevé**, telle que nous l'avons présentée précédemment, et sa **manipulation**, lors d'une mise en œuvre, nécessitent **une modélisation adéquate**. Ce modèle doit, d'une part, supporter l'expression, par les auteurs, du contenu et des règles d'agencement du récit inachevé. D'autre part, elle doit permettre une manipulation de ce modèle par un interprète afin de produire effectivement le récit. Nous avons proposé dans le chapitre précédent **un modèle abstrait du récit inachevé** qui adresse, pour partie, ces problématiques. A partir de la définition des éléments constitutifs d'un récit inachevé, nous avons proposé différents niveaux de modèles, et les entités pour chacun d'entre eux, permettant de proposer un modèle cohérent et complet aux auteurs.

Cependant, pour le moment, nous n'avons pas encore abordé **la notion de contrôle**. En effet, une fois le récit inachevé prêt, il est nécessaire d'utiliser celui-ci lors de la **représentation** du récit en mouvement, et cela afin de produire le récit final qui est proposé au spectateur. De plus, ce modèle n'est pas une solution idéale pour la narration interactive :

- **Les séquences narratives locales**, dans les *Situations* et *Scènes*, ne peuvent être construites que par pré-condition sur les évènements. Ainsi, une méthode de contrôle consisterait alors à choisir, parmi les évènements, dont les pré-conditions sont valides, un évènement pour la suite du récit. Dès lors, **la vérification des chemins possibles** par l'auteur est rendue très difficile, il doit, en effet, construire l'ensemble des chemins possibles du récit pour garantir la validité de son modèle.
- **La recherche de chemins** dans les contextes locaux impose le calcul de l'ensemble des combinaisons possibles des évènements, puis leur parcours. Bien que possible hors-ligne, avec un ensemble d'évènements grand, ces traitements seraient **source de ralentissement** dans un contexte dynamique ;
- **L'assistance à l'auteur** n'est pas complète. L'**expression et vérification de propriétés sur les séquences narratives** à partir des évènements est limitée, aussi bien en ligne que hors-ligne.

Pour adresser ces limites nous proposons ici **un nouveau modèle pour le récit inachevé**. Nous n'appliquons pas directement ces ajouts dans le modèle de récit abstrait car nous souhaitons laisser celui-ci le plus générique possible. Nous en proposerons une extension dans le chapitre suivant, prenant en compte les éléments que nous présentons ici. Ainsi, la deuxième contribution que nous

présentons dans cette thèse, est **la formalisation d'un modèle de récit inachevé sur la base des automates à états finis**. Comme nous allons le voir, cette représentation permet l'expressivité et la concision nécessaires à la conception, la vérification et le contrôle de l'exécution d'un récit en mouvement.

Nous allons ici suivre le même cheminement que dans le cas de notre modèle abstrait : à partir les éléments constitutifs d'un récit inachevé que nous avons spécifiés précédemment, nous allons définir **leur expression dans un modèle à base d'automates**. Une fois ce modèle formalisé, nous aurons alors la possibilité d'aborder **les mécaniques de vérification et de contrôle possibles**. Enfin, nous appliquons ces éléments formels à la définition d'un modèle de récit inachevé à base d'automates. Les outils associés aux automates, notamment la supervision et le *model-checking*, peuvent être appliqués pour permettre à l'auteur de mettre en œuvre un contrôle des récits produits.

**Organisation du chapitre** En nous basant sur une définition des **langages formels**, nous débutons ce chapitre par une contextualisation de notre problématique par rapport aux méthodes formelles. Pour ce faire, nous énonçons la **problématique de la narration interactive** de la manière suivante :

> *Étant donné un langage : la règle du récit inachevé ; comment vérifier qu'un mot, une séquence du contenu, est valide vis-à-vis de celui-ci.*

Ainsi nous commençons par caractériser les formalismes impliqués, notamment **les langages**, et leurs définitions. A partir de ces éléments, nous faisons le parallèle avec le récit inachevé en développant notre problématique. Dans la continuité, nous présentons ensuite **les automates à états finis**, comme une modélisation efficace des langages. Nous avons choisi d'utiliser un modèle à base d'automates par leur proximité avec le modèle du récit que nous avons détaillé dans le chapitre 2. Ainsi, les automates permettent une modélisation d'un processus à évènements discrets, ce qui est le cas du modèle de récit formulé par les narratologues. De plus, les évolutions par états-transitions représentent les états possibles du récit et les évènements possibles à partir de chacun d'entre-eux. Enfin, les propriétés que nous souhaitons vérifier sur le modèle sont des approches déjà présentes dans le formalisme des automates, comme nous allons le voir.

Ainsi, nous détaillons ensuite **les différentes formes d'automates**, jusqu'à caractériser la forme d'automates que nous utilisons : les automates étendus communicants. Pour conclure cette approche formelle, nous définissons **les mécanismes de composition,** permettant une conception modulaire. Dans la deuxième partie de ce chapitre, nous présentons **les méthodes de vérification et de contrôle** associées à ces automates. Nous définissons les propriétés que l'on peut exprimer sur un automate, ainsi que les méthodes de vérification employées. Cette seconde section est également le moyen pour nous de présenter **la supervision de procédés à évènements discrets**, qui nous permet d'imposer des contraintes de fonctionnement à un processus partiellement contrôlable. Enfin, la dernière partie, est consacrée à l'utilisation de ce modèle par automate, et à la vérification pour le récit inachevé. L'automate représentant le récit inachevé va ainsi servir à **maintenir un modèle à jour du récit, vérifier des propriétés du récit en cours de production et permettre de rechercher des chemins** vers des états particuliers du récit.

## 8.1 Les automates à états finis pour la narration interactive

Afin de démontrer l'intérêt des **automates pour la narration interactive**, nous devons tout d'abord les présenter de manière précise. L'objectif de cette section est donc de montrer **leur adéquation pour la modélisation du récit en mouvement**. Cependant, nous n'abordons pas directement les automates. En effet, nous préférons débuter par une instanciation de la narration interactive dans un contexte formel.

Ainsi, nous débutons ce chapitre par une définition des **langages formels**. Ce rappel nous permet de présenter les notions et formalismes que nous allons utiliser dans la suite de notre démonstration. A partir de ceux-ci, nous détaillons **les liens qui existent entre narration interactive et langages formels**. Cela nous permet dans un second temps, grâce à la correspondance entre langages et automates à états finis, de rapprocher **la narration interactive et les automates**. Nous nous consacrons ensuite à l'étude des automates, leur définition et leurs différentes extensions. En effet, chacun d'entre eux proposent différents degrés d'expressivité. Nous présentons alors le type d'automate possédant les éléments nécessaires à la modélisation du récit inachevé : **les automates étendus**. Nous conclurons cette section en détaillant **les processus de composition** permettant d'utiliser une conception modulaire des automates et donc, dans notre cas, du récit inachevé.

### 8.1.1 Approche formelle du récit inachevé

#### 8.1.1.1 Définitions

Avant de débuter notre exposé sur les langages formels et les automates, il est nécessaire de présenter un certain nombre de notions.

**Définition 8.1.1.1** (***Alphabet***) Un alphabet $\Sigma$ est un ensemble fini de symboles. Ainsi $\Sigma_1 = \{a, b, c\}$ ou bien encore $\Sigma_2 = \{\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3\}$ sont des alphabets.

**Définition 8.1.1.2** (***Mot***) Pour un alphabet $\Sigma$, un mot $m$ est une suite finie et ordonnée de symboles de $\mathbf{\Sigma}$ telle que

$$m = \sigma_1\sigma_2\sigma_3 \ldots \sigma_k \text{ avec } \forall i \in [1, k], \sigma_k \in \Sigma$$

La longueur d'un mot $m$ est notée $k$. Le mot vide, où $k = 0$, est noté $\varepsilon$.

**Définition 8.1.1.3** (***Ensemble des mots possibles d'un alphabet***) L'ensemble des mots possibles à partir des caractères d'un alphabet $\Sigma$ avec $k \geq 1$, est noté $\Sigma^*$.

$$\text{Pour } \Sigma = \{a, b\} \text{ nous pouvons définir } \Sigma^* = \varepsilon, a, b, aa, ab, ba, bb, aaa, aab, ...$$

La taille de $\Sigma^*$ est donc fonction :

– Du nombre de caractères déclarés dans $\Sigma$ ;
– De la taille maximale des mots, avec $k \in [1, \infty[$

Ainsi, il est à noter que $\Sigma^*$ est un ensemble **infini**, si aucune limite de taille n'est imposée.

**Définition 8.1.1.4** (***Langage***) Un langage de $\Sigma$, $L(\Sigma)$, est un sous-ensemble de $\Sigma^*$. Un langage permet de partitionner les mots de $\Sigma^*$ en mots valides et invalides selon $L(\Sigma)$ :
– Pour $m \in \Sigma^*$, $m$ est valide pour $L(\Sigma)$ si $m \in L(\Sigma)$
– Pour $m \in \Sigma^*$, $m$ est invalide pour $L(\Sigma)$ si $m \notin L(\Sigma)$

#### 8.1.1.2 Langages et narration interactive

Cette introduction sur les langages formels nous permet à présent de considérer leur utilisation pour la narration interactive. Nous allons **caractériser les éléments du récit inachevé** en fonction des définitions que nous venons de donner, puis énoncer **les problématiques de sa conception et de sa représentation**.

La conception d'un récit inachevé peut être assimilée à **la création d'un alphabet** et **la définition d'un langage** sur celui-ci. Ainsi, pour créer un récit inachevé, l'auteur doit tout d'abord définir son contenu, l'ensemble des évènements possibles : nous avons appelé cet ensemble $\Sigma_n$. Nous avons précédemment présenté **un récit** comme un ordonnancement d'un sous-ensemble des évènements possibles du récit inachevé. Cette définition correspond à celle d'**un mot** formé à partir des caractères d'un alphabet. Dès lors, $\boldsymbol{\Sigma_n^*}$, représentant tous les mots possibles avec $\Sigma$, est **l'ensemble des récits possibles d'un récit inachevé**. Le contenu ainsi modélisé, il reste à l'auteur à définir les séquences narratives valides. En effet, $\Sigma_n^*$ doit être réduit aux seuls récits garantissant un récit de qualité.

Ainsi, l'auteur doit également construire **les règles** du récit inachevé. Celles-ci influent sur les récits possibles en cours de production en spécifiant **les séquences autorisées** et celles interdites. **La spécification des règles peut donc être formalisée comme la création d'un langage $\boldsymbol{L(\Sigma_n)}$**. Ce langage permet de catégoriser les récits valides parmi l'ensemble des récits possibles, les mots de $\Sigma_n^*$ appartenant également à $L(\Sigma_n)$

**Définition 8.1.1.5** (***Récit inachevé***) Le récit inachevé est défini par deux ensembles :
– $\boldsymbol{\Sigma_n}$ ensemble de caractères représentant les évènements possibles du récit. Il s'agit d'un modèle du contenu du récit inachevé ;
– $\boldsymbol{L(\Sigma_n)}$ ensemble des mots, récits, valides. Il s'agit des règles d'assemblage envisageables.

Les enjeux de la narration interactive sont dès lors les suivants :

– L'auteur doit être en mesure de définir **l'ensemble $\boldsymbol{\Sigma_n}$ des évènements possibles** ;
– L'auteur doit pouvoir définir **le langage $\boldsymbol{L(\Sigma_n)}$ autorisant les récits valides** parmi l'ensemble des récits possibles.

La constitution de $\Sigma_n$ est une problématique assez directe : **l'auteur doit lister l'ensemble des**

**caractères possibles**. Il peut être assisté dans cette tâche mais, in fine, cet ensemble fini est constitué.

En revanche, la définition de $L(\Sigma_n)$ est une tâche plus complexe. En effet $L(\Sigma_n)$ est défini comme un sous-ensemble de $\Sigma_n^*$, ensemble que nous avons décrit comme infini. L'auteur doit donc spécifier **un ensemble qui est potentiellement infini**, ou du moins constitué d'un grand nombre d'éléments. Nous ne voulons pas diminuer la complexité de définition de ce langage au prix d'une restriction de sa taille. En effet, **du nombre de mots valides pour le langage dépend le nombre de récits possibles**. Pour offrir des interactions riches, notre objectif est donc que celui-ci soit le plus grand possible. Notre devons donc proposer une méthode finie, que l'auteur peut gérer, qui permet de produire, ou du moins d'analyser, des récits de très grande taille.

Une approche immédiate pour constituer $L(\Sigma_n)$, est la spécification extensive par l'auteur de tous les mots valides. Comme nous venons de le voir, cette approche serait acceptable pour des langages de taille réduite mais, dans ce cas, l'interactivité du récit en mouvement pourrait être qualifiée de **molle**, comme nous l'avons vu au chapitre 6. Nous souhaitons donc proposer des mécanismes permettant à l'auteur de **définir des langages permettant des expériences interactives riches**, tendant vers une interactivité **pure**.

Une possibilité pour permettre la définition de langages riches tout en maitrisant la complexité est celle à base d'automates. Nous allons ainsi maintenant présenter une première approche possible au travers des automates. Bien que limitée, celle-ci, nous permet d'introduire leurs premiers concepts.

### 8.1.2 Modélisation par automates

#### 8.1.2.1 Définition des automates à états finis

Un automate à états finis est un graphe dirigé pour lequel les arcs sont étiquetés. Pour les automates, les nœuds sont appelés des **états**, et les arcs des **transitions**. Ainsi, les transitions, le passage d'un état à un autre, sont **associées à l'occurrence d'un évènement**. En effet, les automates modélisent des **systèmes à évènements discrets** : un mot est présenté à l'automate qui se synchronise en franchissant, pour chaque caractère, la transition correspondante. Chaque transition possède un seul état source et un seul état destination, ces deux états pouvant être identiques.

**Définition 8.1.2.1** (***Automates à états finis***) Un automate à états finis se définit par un n-uplet :

$$A = (X, \Sigma, f, x_0, X_F)$$

- $\boldsymbol{X}$ : l'ensemble des états ;
- $\boldsymbol{\Sigma}$ : un alphabet ;
- $\boldsymbol{x_0}$ : l'état initial ;
- $\boldsymbol{X_F}$ : l'ensemble des états finaux ou marqués ;
- $\boldsymbol{f}$ : fonction de transition telle que

$$f : X \times \Sigma \to X$$

  Soit $x_1, x_2 \in X$ et $e \in \Sigma$ alors $f(x_1, e) = x_2$ définit une transition entre $x_1$ et $x_2$ étiquetée par le caractère $e$

**Exemple 8.1.2.1** (***Automate à états finis***)

La figure 8.1 montre un automate à états finis. Celui-ci est composé de quatre états et trois transitions. Les états dénotés par deux cercles sont **les états finaux** de l'automate. L'état avec une flèche entrante, est son état initial. Cet automate autorise, comme premier caractère, l'évènement ***a***. Cette synchronisation entraine l'évolution de l'automate dans un des deux états possibles, l'automate n'étant pas **déterministe**. **Le chemin** supérieur fait évoluer l'automate dans un état qui autorise l'évènement ***b***. Son apparition fait évoluer l'automate dans un état final. Nous allons voir que **les mots acceptés** par cet automate, $L(\Sigma)$, est l'ensemble $\{a, ab\}$.

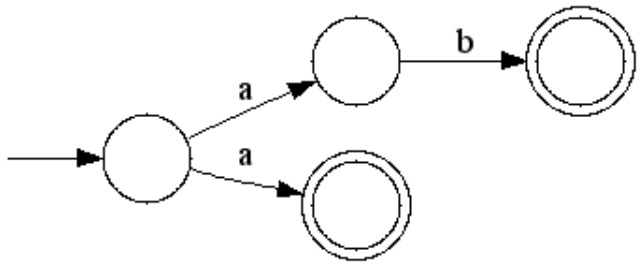


FIGURE 8.1 – Automate à états finis.

L'évolution d'un automate, le passage de ses transitions, créé un chemin que l'on peut représenter par une trace.

**Définition 8.1.2.2** (***Chemin***) Un chemin $c$ de longueur $n \geq 1$, dans un automate $A = (X, \Sigma, f, x_0, X_F)$, est une suite de transitions : $c = t_1 t_2 \ldots t_n$, avec $n \geq 1$ telle que $\forall\ 1 \leq i \leq n$, $t_i = (s_i, a_i, s_{i+1})$ et $s_{i+1} \in\ f(si)$. La notation que nous employons pour les chemins est la suivante :

$$c = s_1 \rightarrow_{a_1} s_2 \rightarrow_{a_2} s_3 \ldots \rightarrow_{a_n} s_n$$

**Définition 8.1.2.3** (***Trace***) La trace d'un chemin est le mot formé par la concaténation des étiquettes des transitions empruntées par ce chemin. :

$$t = a_1 a_2 a_3 \ldots a_n$$

Pour un automate $A$ donné, on considère qu'un mot $m \in \Sigma^*$ est accepté par $A$ à partir d'un état $x$ s'il existe un chemin de $x$ vers $x'$ formant le mot $m$. Ainsi, ce mot $m$ est valide pour un automate $A$ si il est accepté à partir de $x_0$ et que l'état atteint $x'$ est un état final tel que $x' \in X_F$.

La notion de **déterminisme** permet d'exprimer une propriété des automates : un automate est déterministe si, pour tout état, l'occurrence d'un caractère est associé à 0 ou 1 transition de sortie au plus. Les automates, ne respectant pas cette propriété sont **non-déterministes**.

**Définition 8.1.2.4** (***Automate déterministe***) Un automate déterministe est un automate dont l'état initial est unique et dont la relation de transition définit, pour tout état, zéro ou une transition sortante avec une étiquette donnée . La relation de transition est alors de la forme :

$$f : X \times \Sigma \to X \text{ avec, pour } x \text{ et } x' \in X \text{ et } \sigma \in \Sigma,\ f(x, \sigma) = \emptyset \text{ ou } x'.$$

**Exemple 8.1.2.2** (***Automate non-déterministe***)

La figure 8.2 est un exemple d'automate non-déterministe. En effet $f(s_1, a) = \{s_1, s_2\}$ : lorsque l'automate est dans l'état $s_1$ l'apparition du caractère $a$ peut faire évoluer l'automate vers $s_1$ ou $s_2$.

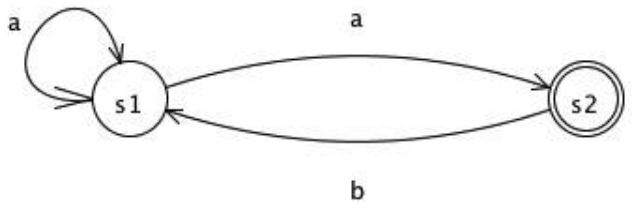


FIGURE 8.2 – Un exemple d'automate indeterministe

**Le déterminisme** n'impose pas une unique transition sortante par état mais, pour un caractère donné, **l'absence ou l'unicité d'une transition sortante étiquetée par ce caractère**. Plus succinctement : deux transitions sortantes d'un état ne peuvent-être étiquetées par le même caractère.

#### 8.1.2.2 Relation entre les automates et les langages

La définition des langages est complexe : il s'agit de **représenter un ensemble potentiellement infini**. L'enjeu de la modélisation d'un langage est donc **la représentation finie d'un ensemble infini**. Pour ce faire, trois approches principales existent :

- Les grammaires ;
- Les expressions rationnelles ;
- Les automates ;

Les automates permettent de reconnaitre un langage par **vérification de l'appartenance d'un mot**. Ainsi, un langage $L(\Sigma)$ est accepté par un automate $A$ si l'ensemble des mots de $L(\Sigma)$ sont acceptés par $A$. Si l'on souhaite tester l'appartenance d'un mot au langage modélisé par l'automate, il faut successivement **synchroniser chaque caractère** avec l'automate. La transition correspondante au caractères courant est alors franchie. **Le mot est accepté si le dernier caractère laisse l'automate dans un état appartenant à $X_F$**, c'est à dire marqué comme terminal. A contrario, si le caractère courant ne correspond à aucune transition sortante de l'état en cours, ou bien si le

dernier caractère ne met pas l'automate dans un état terminal, alors **le mot n'appartient pas au langage testé**, il est invalide.

**Exemple 8.1.2.3** (***Langage accepté par un automate***)

L'automate de la figure 8.3 accepte les mots du langage suivant :

$$(a, b)^*((a^+b(a, b)^*), c^+)$$

Ainsi, les mots acceptés par cet automate sont :

$$ac, aaa, baaaaab, ...$$

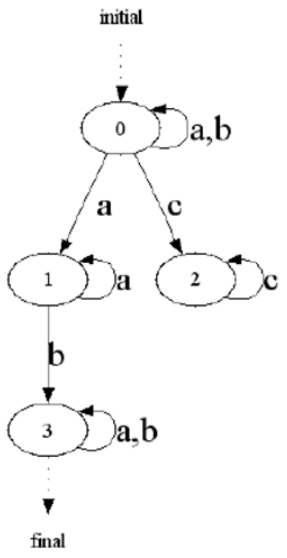


FIGURE 8.3 – Exemple de langage accepté par un automate

Une forme possible de représentation pour les langages sont **les expressions rationnelles**. Celles-ci sont un choix valide pour solutionner **la définition d'un langage**. Elles ne sont cependant pas satisfaisante pour notre approche.

**Définition 8.1.2.5** (***Langage rationnel***) Un langage $L \in \Sigma^*$ est rationnel s'il est accepté par un automate déterministe.

**Exemple 8.1.2.4** (***Langages et expressions rationnelles***)

Les expressions rationnelles permettent, grâce à une syntaxe définie, de proposer sous une forme concise l'expression d'un langage. Prenons pour exemple la syntaxe TCL. Celle-ci définit les annotations, encore appelées méta-caractères, suivants :

- | : une alternative entre deux caractères. Par exemple $a|b$ signifie $a$ ou $b$ ;
- * : une répétition de $[0, \infty]$ d'un caractère. Par exemple $a*$ vaut pour $\epsilon$, $a$,$aa$, $aaa$, $aaaa$ :
- . : n'importe quel caractère de $\Sigma$ :
- ...

L'exemple 8.1.2.2 montre une expression rationnelle et sa traduction en automate.

Les expressions rationnelles permettent donc de **modéliser des langages par l'annotation des éléments** de $\Sigma$. Les **méta-caractères** employés permettent de décrire des **opérations** sur le caractère qu'ils qualifient : multiplicité ou classe de caractères par exemple. Cependant, avec de nombreux caractères et des structures riches, les expressions rationnelles montrent leurs limites. **Le formalisme est concis mais peu représentatif**, du coup, la montée en charge n'est pas facile.

Il existe **une passerelle entre automates déterministes et expressions rationnelles** permettant de convertir l'un en l'autre : le théorème de Kleene. Du nom de *Stephen Kleene*, celui-ci établit une relation entre un automate déterministe, une expression rationnelle et un langage. L'équivalence permet d'appliquer le même diagnostic aux automates déterministes, à la forme de représentation prêt. Mais cette visualisation ne permet de gérer qu'une complexité faiblement supérieure. Nous allons maintenant appliquer la modélisation d'**un langage par automate déterministe au récit inachevé**.

#### 8.1.2.3 Automates pour le récit inachevé

Les automates déterministes souffrent d'une limitation importante. En effet, le déterminisme signifie que, pour un état donné du récit, un évènement narratif donné produira toujours le même résultat. Cela produit des récits peu adaptatifs, ce qui est problématique dans notre contexte. Pour **augmenter les réponses du système**, il est nécessaire de multiplier le nombre d'états. Ainsi, il est possible de proposer des comportements variés et adaptés au joueur. Mais cette multiplication des étiquettes entraine **une explosion combinatoire** qu'il est difficilement maîtrisable par l'auteur.

Pour constituer $L(\Sigma_n)$ à partir de $\Sigma_n$ dans le récit inachevé, nous avons évoqué deux possibilités :

- Construire l'ensemble $L(\Sigma)$ : **définir individuellement les mots qu'il valide** ;
- Produire ces séquences narratives sous la forme d'**expressions rationnelles**, validant les mots proposés pour $L(\Sigma)$

Nous avons vu que la définition extensive de $\Sigma_n$ et de $L(\Sigma_n)$ **n'est pas une solution envisageable**. La complexité de ces deux tâches restreindrait l'auteur dans ses possibilités, et il ne pourrait proposer une expérience interactive intéressante au joueur. De leur côté, les expressions rationnelles laissent entrevoir un moyen d'exprimer succinctement de nombreuses séquences narratives. Cependant, **le déterminisme qu'elles imposent entraine une explosion combinatoire** du modèle pour un ensemble $\Sigma$ grand. L'augmentation de la taille de $\Sigma$ est provoquée par la définition de caractères différents pour un même évènement. Cette manipulation permet alors de représenter l'occurrence de cet évènement **dans des contextes différents**.

Jusqu'à maintenant, bien qu'insuffisant, **les automates au travers des expressions rationnelles que nous avons présenté, ont tout de même montré des atouts majeurs** :

- Ils reposent sur **un modèle évènementiel**, comme le modèle du récit ;
- Ils sont présentés sous **forme d'un graphe composé d'états et de transitions étiquetées**. Cette forme se rapproche de la modélisation classique des récits ;
- Ils permettent de **vérifier** si **un mot est valide pour le langage** qu'ils représentent, proposant ainsi un moyen de vérifier un récit, fini ou en construction, par rapport au langage validé par l'auteur.

Le simple étiquetage par un caractère ne permet pas d'être suffisamment expressif pour éviter une explosion combinatoire : les conditions de franchissement reposent alors exclusivement sur les évènements. Il est donc nécessaire pour l'auteur de **un ensemble important d'évènements pour définir une large palette d'actions** . La constitution de $\Sigma_n$ peut alors devenir difficile. Pour répondre à ce problème, **nous proposons d'utiliser les automates étendus**. Nous allons voir que ceux-ci ont des propriétés qui leur permettent de contenir cette explosion combinatoire tant lors de la constitution de $\Sigma_n$ que lors de la spécification de $L(\Sigma_n)$.

#### 8.1.2.4 Définition des automates étendus

Pour éviter aux auteurs de manipuler un ensemble $\Sigma_n$ trop grand, nous proposons donc d'utiliser les automates étendus. Ceux-ci apportent **de nouvelles étiquettes sur les transitions** qui permettent une caractérisation plus précise du franchissement.

Tout d'abord, les évènements ne sont plus seuls porteurs de sens. Les automates étendus définissent ainsi **un ensemble de variables** qui évoluent selon les transition tirées. Ces dernières **étiquetées d'une évolution des variables** lors de leur franchissement. Les variables donnent également la possibilité à l'auteur de **déclarer moins intensivement les caractères de $L(\Sigma_n)$**. L'utilisation de ces variables en condition de franchissement des transitions les amènent au **même niveau d'importance que les évènements** : l'auteur autorise le franchissement sur les valeurs d'un couple évènement-variables. Il doit donc constituer deux ensembles plutôt qu'un. Mais les variables permettent de simplifier le modèle en apportant **une dimension combinatoire**.

**Définition 8.1.2.6** (***Automate étendu***) Un automate étendu est défini par un n-uplet :

$$A = (X, x_0, X_F, \Sigma, V, f)$$

- $X$ est l'ensemble d'états ;
- $x_0$ est l'état initial ;
- $X_F$ est l'ensemble des états finaux ou marqués ;
- $\Sigma$ est un alphabet ;
- $V$ est un ensemble de variables ;
- $f$ est la fonction de transition telle que :

$$f : X \times Sigma \times g(V) \times u(V) \rightarrow X$$

où $g$ est la pré-condition de la transition et $u$ les modifications sur le vecteur d'états, l'évolution des variables.

Les automates étendus présentent une amélioration pour la modélisation du récit inachevé. Tout d'abord, la condition de franchissement des transitions n'est plus composée que d'un caractère mais d'**un couple caractère et pré-condition** : $\Sigma \times g(V)$. L'auteur constitue ainsi deux ensembles $\Sigma$ et $g(V)$ qui vont former, par combinaison, **l'ensemble des conditions du récit**. Plus de conditions signifie des structures narratives plus riches, le nombre de réponses différentes du système augmentant alors. De plus, ce couple permet tout de même le maintien du déterminisme si nécessaire. En effet, la propriété de déterminisme s'exprime sur **la disponibilité d'une unique transition sortante** pour un caractère et un état. Les automates étendus permettent de déclarer des transitions sortantes d'un état qui, si leurs pré-conditions sont mutuellement exclusives, peuvent porter le même caractère. Cependant, par l'alternance de leurs conditions $g(V)$, elles ne seront jamais disponibles simultanément.

**Les automates étendus sont plus adaptés que les expressions rationnelles** pour la modélisation du récit inachevé. Ils permettent de maîtriser en volume la définition de $\Sigma$, par la définition d'un ensemble de variables : le vecteur d'états du modèle. Celui-ci permet d'incorporer **des éléments de contexte au évènements**, dans les conditions de franchissement des transitions. L'auteur peut ainsi définir des structures narratives riches. Mais là encore, la complexité pourrait rapidement gêner les auteurs. Travailler sur un seul automate pour modéliser tout un système n'est pas simple (voir impossible), celui-ci devenant **de moins en moins manipulable au fur et à mesure de sa construction**. Il est nécessaire de mettre en place une stratégie de réduction de cette complexité : **une conception modulaire des sous-systèmes** d'un automate. Ces derniers sont ensuite **composés** pour reformer l'automate global.

Mais avant de présenter les mécanismes de composition, nous devons définir un dernière extension des automates.

**Définition 8.1.2.7** (***Automate étendu communicant***) Un automate étendu communiquant augmente l'ensemble $\Sigma$ par rapport à un automate étendu. Il définit dans cet ensemble des caractères de synchronisation :

- Les caractères d'émission, suffixés d'un point d'exclamation : a !
- Les caractères de réception, suffixés d'un point d'interrogation : a ?

Ce type d'automate traite la communication de manière synchrone : par rendez-vous.

Ces caractères particuliers permettent d'introduire **une communication entre** processus, et la constitution de réseau d'automates communicants. En effet, les automates ne sont pas nécessairement monolithiques (cf. figure 8.4). Cette communication entre processus, permet de modéliser **un système de manière modulaire**. La communication synchrone entre les processus se fait alors par rendez-vous, c'est à dire que l'alphabet $\Sigma$ est formé d'un ensemble de **synchronisations de réception et de synchronisations d'émission**. Il est possible de représenter des transitions sans synchronisation, dans ce cas, la transition est étiquetée par un caractère interne $\sigma \in \Sigma$ non suffixé.

Les réseaux d'automates mettent ainsi en relation plusieurs automates dans un système commun. Ces derniers peuvent alors s'**échanger des message**s, et par là même occasion se **synchroniser**. Un réseau définit également des variables communes, variables globales, partagées par les différents automates. Cette approche est plus simple et intuitive pour un auteur, lui permettant d'**isoler**

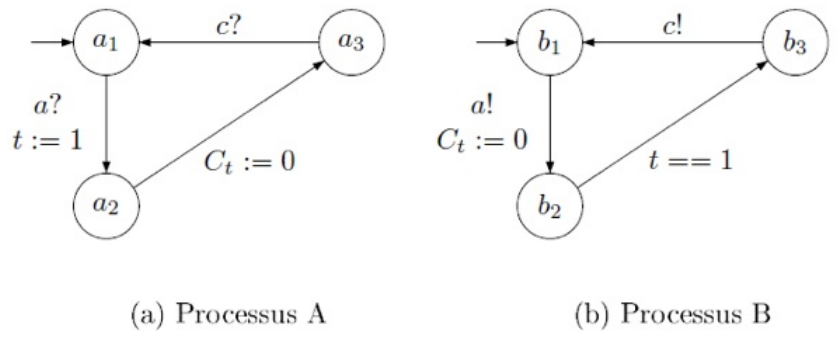


FIGURE 8.4 – Exemple de deux automates étendus communicants

**la complexité dans des unités restreintes** et de les mettre en relation seulement quand nécessaire. Nous allons maintenant aborder les manipulations possibles afin d'obtenir un automate à partir de sous-automates.

### 8.1.3 Composition d'automates

**Pour la conception d'un récit inachevé, une approche modulaire est idéale**. Elle permet aux auteurs de **spécifier** et **vérifier** des modules de taille réduite. En plus de limiter la complexité, cette approche modulaire offre des perspectives : nous retrouvons ici **des points communs avec notre modèle abstrait de récit inachevé**. D'une part, la modularité permet **d'isoler les relations entre évènements dans des entités**, les Acteurs, et, d'autre part, la **composition de réseaux d'automates permet de créer des contextes locaux dynamiques**.

Les automates permettent ainsi **plusieurs formes de combinaisons**. Nous allons présenter celles-ci en détaillant pour chacune d'entre elles les algorithmes utilisés. Chacune de ces approches utilise une première étape commune préparant la composition.

#### 8.1.3.1 Première étape des composition

Les réseaux d'automates permettent de représenter **des systèmes composés de plusieurs sous-systèmes**. Il est alors possible de réaliser **la composition** des différents automates modélisant les sous systèmes. Selon la signification attendue de cette composition, les algorithmes vont différer. On peut ainsi représenter l'évolution **concurrente** ou **alternative** des sous-systèmes. Cependant, quelque soit la composition appliquée, les ensembles $\Sigma, X, x_0, X_F et V$ sont identiques, seule la fonction de transition est différente.

**Définition 8.1.3.1** (***Préparation de la composition de deux automates***) Soit deux automates $\boldsymbol{A_1}$ et $\boldsymbol{A_2}$ (cf. figure 8.4). La composition de ces deux automates est un automate $\boldsymbol{A}$ tel que :
- $\boldsymbol{X}= X_1 \times X_2$ est l'ensemble des états ;
- $\boldsymbol{\Sigma}= \Sigma_1 \cup \Sigma_2$ est l'alphabet de A ;
- $\boldsymbol{x_0}= x_0^1 \times x_0^2$ est l'état initial ;
- $\boldsymbol{X_F}= X_F^1 \times X_F^2$ est l'ensemble des états finaux ou marqués ;

– $\boldsymbol{V} = V_1 \cup V_2$
– **fonction de transition** : dépend du type de composition désiré :

Le produit des états de $\boldsymbol{A_1}$ et $\boldsymbol{A_2}$ donne un ensemble $\boldsymbol{X}$ contenant le produit cartésien de ces deux ensembles :

Pour $X_1 = \{a_1, a_2, \ldots, a_i\}$ et $X_2 = \{b_1, b_2, \ldots, b_j\}$ alors $X = \{(a_1, b_1), (a_1, b_2), \ldots (a_{i,} b_j)\}$

**Algorithm 1** Étape préparatoire aux compositions de deux automates.

```
1  Entree : Automat a, Automat b
2  Sortie : Transition[] transitions, Etat[] etats, Variable[] variables
3
4  Pour chaque etat A dans a.etats
5          Pour chaque etat B dans b.etats
6                  etats.ajout(new Etat(A, B))
7
8  transitions.ajout(a.transitions)
9  transitions.ajout(b.transitions)
10 variables.ajout(a.variables)
11 variables.ajout(b.variables)
```

Ainsi cette étape permet, à partir de deux automates, d'obtenir un troisième automate, nommé **produit**. Celui-ci voit ses ensembles initialisés par **un produit des états** des deux automates sources, ainsi que l'**union des ensembles de variables et de caractères**. Les transitions ne sont pas insérées dans l'automate résultat car elles vont dépendre **du type de composition employé**.

Ainsi sur la base de cette procédure de composition générique des automates, nous allons voir les différentes règles d'insertion des transitions pour le produit **asynchrone**, le produit **synchrone** et le produit **synchronisé**.

#### 8.1.3.2 Produit asynchrone

La composition asynchrone a pour objectif de représenter le comportement du système global **évoluant par activations successives** de chacun des automates, c'est à dire sans synchronisation d'évènements. $\Sigma_1 \cap \Sigma_2$ peut être vide. Les transitions ajoutées à l'automate résultat depuis les automates sources sont conditionnées de la manière suivante :

**Définition 8.1.3.2** (***Fonction de transition du produit asynchrone***) Soit $a \in X_1$, $b \in X_2$ et $\sigma \in \Sigma$ :

– $f((a, b), \sigma) = (a', b)$ si $f_1(a, \sigma) = a'$ avec $\sigma \in \Sigma_1$ ;
– $f((a, b), \sigma) = (a, b')$ si $f_2(b, \sigma) = b'$ avec $\sigma \in \Sigma_2$ ;

A partir des états et transitions définis par le produit cartésien, l'algorithme asynchrone peut s'exprimer par l'algorithme 2.

La composition asynchrone forme alors un automate exprimant l'évolution alternative des automates sources. La figure 8.5 montre un exemple d'un tel produit asynchrone.

**Algorithm 2** Composition asynchrone d'automates.

```
1  Entree : Transition[] transitions, Etat[] etats
2  Sortie : Automat a
3
4  Automat a = new Automat()
5  a.ajoutEtats(etats)
6
7  Pour chaque Transititon tr dans transitions
8          Etat src = tr.source
9          Etat dst = tr.destination
10         Pour chaque etatSrc dans etats ou etat.composeDe(src)
11                 Pour chaque etatDst dans etats tel que etat.composeDe(dst)
12                         a.ajoutTransition(etatSrc, etatDst, tr.etiquettes)
```

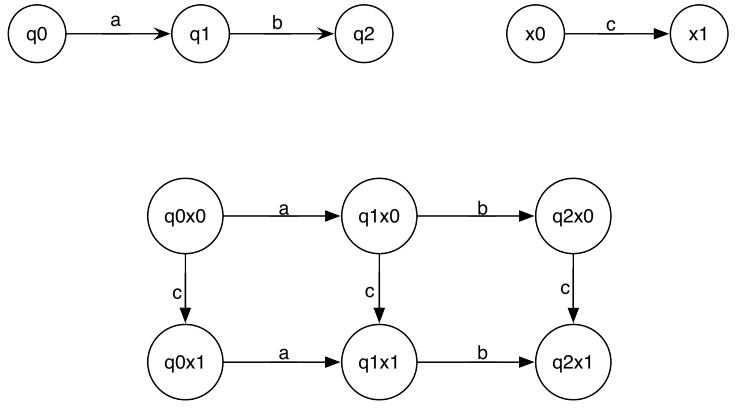


FIGURE 8.5 – Un exemple de produit asynchrone.

#### 8.1.3.3 Produit synchrone

Le produit synchrone est plus restrictif sur l'automate résultat. Celui-ci ne ré-utilise pas, comme dans le cas du produit asynchrone, l'ensemble des transitions des automates sources. Le produit synchrone **limite les transitions**. Ainsi, le produit synchrone représente l'**évolution simultanée** des composants du système par synchronisation des transitions.

La fonction de transition est établie sur les étiquettes en commun des deux automates. $\Sigma_1 \cap \Sigma_2$ ne peut ainsi être vide. La fonction de transition $f$ de l'automate résultant est définie à partir des fonctions de transition $f_1$ et $f_2$ des automates sources :

**Définition 8.1.3.3** (***Fonction de transition synchrone***) Soit $\boldsymbol{a} \in X_1$, $\boldsymbol{b} \in X_2$ et $\boldsymbol{\sigma} \in \Sigma_1 \cap \Sigma_2$ :

– $f((a,b),\sigma) = (a',b'))$ si $f_1(a,\sigma) = a'$ et $f_2(b,\sigma) = b'$

L'algorithme 3 permet de réaliser le produit synchrone de deux automates.

**Algorithm 3** Composition synchrone de deux automates.

```
1  Entree : Transition[] transitions , Etat[] etats
2  Sortie : Automat a
3
4  Automat a = new Automat()
5
6  Pour chaque Transition tr dans transitions
7          Pour chaque Transition trEq dans transitions ou
8                  tr.message==trEq.message ,
9                  tr.automateOrigine!=trEq.automateOrigine ,
10
11                 Etat src = etats.composeDe(tr.source , trEq.source)
12                 Etat dst = etats.composeDe(tr.destination , trEq.destination)
13                 Etiquettes e = fusionEtiquettes(trEm.etiquettes , trRe.etiquettes)
14                 a.ajoutTransition(src , dst , e)
```

**Exemple 8.1.3.1** (***Composition synchrone***)

La figure 8.6 montre un exemple de produit synchrone.

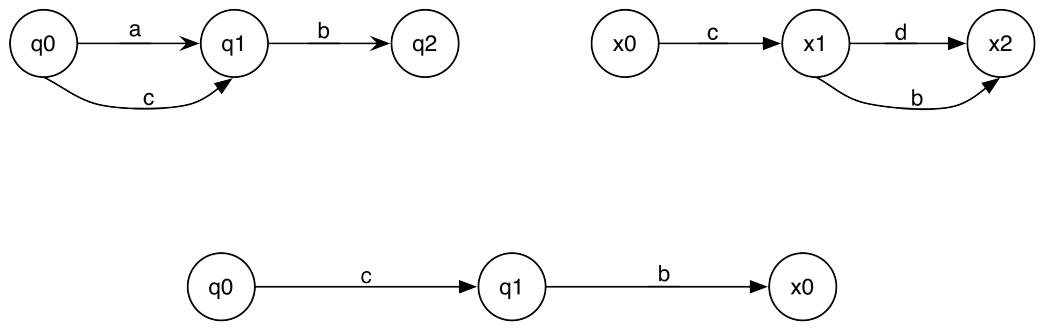


FIGURE 8.6 – Un exemple de produit synchrone.

#### 8.1.3.4 Produit synchronisé

Le produit synchronisé propose une approche hybride permettant au système **d'évoluer soit par synchronisation de deux entités**, soit par leur **évolution individuelle**. Ainsi cette composition est une augmentation du produit asynchrone pour les automates étendus communicants.

La fonction de transition est construite sur les étiquettes des deux automates ainsi que sur les caractères de synchronisation. $\Sigma_1 \cap \Sigma_2$ peut ainsi être vide.

**Définition 8.1.3.4** (***Fonction de transition synchronisée***) Soit $\boldsymbol{a} \in X_1, \boldsymbol{b} \in X_2$ et $\boldsymbol{\sigma} \in \Sigma$ :

- $f((a,b),\sigma) = (a',b')$ si $f_1(a,\sigma!) = a'$ et $f_2(b,\sigma?) = b'$ avec $\sigma! \in \Sigma_1$ et $\sigma? \in \Sigma_2$ ;
- $f((a,b),\sigma) = (a',b)$ si $f_1(a,\sigma) = a'$ avec $\sigma \in \Sigma_1$ ;
- $f((a,b),\sigma) = (a,b')$ si $f_2(b,\sigma) = b'$ avec $\sigma \in \Sigma_2$ ;

L'algorithme 4 permet de réaliser le produit synchronisé de deux automates.

**Algorithm 4** Composition synchronisé de deux automates communicants.

```
1  Entree : Transition[] transitions, Etat[] etats
2  Sortie : Automat a
3
4  Transition[] trSansSynchro = transitions ou synchronisation == ""
5  Transition[] trEmettrices = transitions ou synchronisation.contient("!")
6
7  Automat a = composeAsynchrone(trSansSynchro, etats)
8
9  Pour chaque Transititon trEm dans trEmettrices
10         string message = tr.Synchronisation.remplacer("!", "")
11         Transition[] trRcpt = transitions ou synchronisation.contient(message+"?")
12         Pour chaque Transition trRe dans trRcpt
13                 Etat src = etats.composeDe(trEm.source, trRe.source)
14                 Etat dst = etats.composeDe(trEm.destination, trRe.destination)
15                 Etiquettes e = fusionEtiquettes(trEm.etiquettes, trRe.etiquettes)
16                 a.ajoutTransition(src, dst, e)
```

La figure 8.7 montre un exemple d'un tel produit synchronisé.

Ces différentes formes de composition vont permettre à l'auteur d'exprimer **un modèle du récit inachevé par un réseau d'automates**. Ainsi, il peut modéliser les entités du récit indépendamment, spécifiant leurs évènements internes et leurs synchronisations vers d'autres automates. Cette approche modulaire permet de **limiter la complexité** de définition pour l'auteur. Cependant, afin de construire l'automate acceptant le langage du récit inachevé, il est nécessaire de **composer ces automates**. Des compositions successives permettent alors d'obtenir un automate à partir de plusieurs automates sources

Cependant nous n'allons pas détailler ceux-ci immédiatement. Pour la clarté de notre description, nous considérons dans la section suivante que l'auteur a modélisé l'automate des séquences narratives dans **un seul et unique automate**. A partir de celui-ci, nous allons présenter les mécaniques de vérification et de contrôle qu'il est possible de réaliser. Nous introduirons la mécanique de composition itérative permettant d'obtenir cet automate dans le chapitre suivant.

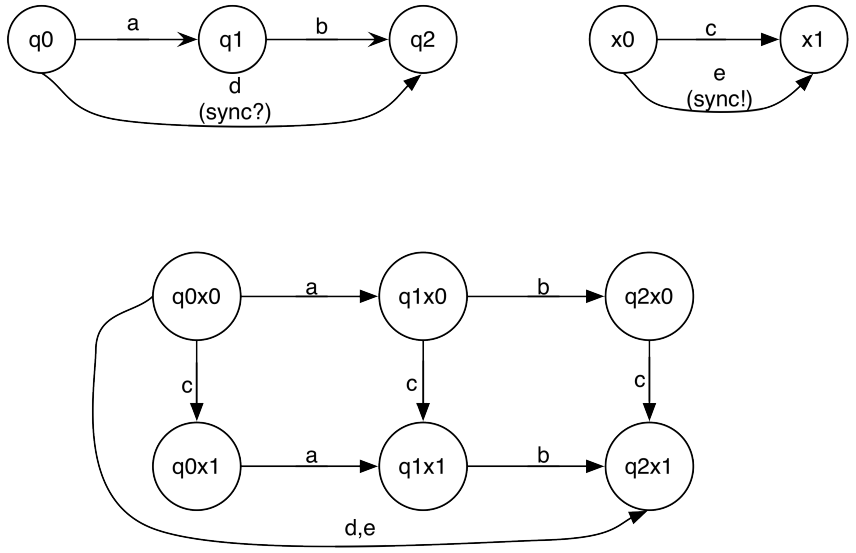


FIGURE 8.7 – Un exemple de produit synchronisé.

## 8.2 Utilisation des automates

Les automates permettent **la modélisation de langages définis** sur un alphabet. Cette modélisation peut être réalisée avec différentes formes d'automates : le type de l'automate dépend du type et des propriétés du langage. Nous avons ainsi présenté dans la section précédente **les langages rationnels et les automates déterministes**. A partir des automates à états finis, nous avons présenté **les automates à états finis étendus et les automates communicants**. Ceux-ci introduisent un vecteur de **variables** sur l'automate et utilisent celles-ci dans deux fonctions de transition : $g$ exprimant les contraintes sur ces variables et $u$ définissant leur évolution.

Nous allons maintenant aborder l'utilisation de ces automates dans notre contexte. Tout d'abord, les automates permettent de **vérifier l'appartenance d'un mot à un langage.** Ils répondent ainsi à la question : *étant donné un mot généré par un procédé, celui-ci appartient il au langage représenté ?* Les conséquences de la validité ou de l'invalidité de ce mot dépendent du contrôle effectué.

Les automates permettent également de **vérifier des propriétés du langage** représenté. En effet, en tant que modèle, **les propriétés vérifiées sur l'automate le sont également pour le langage**. Cela nous permet, à terme, de vérifier des éléments de qualité sur le récit. Nous allons ainsi voir qu'il est possible de vérifier l'absence de blocage ou la sûreté, vis-à-vis d'un évènement. Nous présentons également une syntaxe permettant d'exprimer de ces propriétés : **CTL**. Une fois les propriétés définies, nous présentons **le model-checking**. Ce dernier est le mécanisme permettant de vérifier des propriétés sur un automate donné. Nous terminons cette section en présentant **la supervision**. La supervision permet d'imposer une spécification de fonctionnement à un procédé, réduisant les mots validés par l'automate. La supervision permet de contrôler des procédés dont certains évènements sont incontrôlables.

### 8.2.1 Vérification de propriétés

#### 8.2.1.1 Typologie des propriétés pour la vérification

Les propriétés exprimées sur un système peuvent être des trois types suivants :

- **Les propriétés d'accessibilité** : il existe un état accessible où ... ;
- **Les propriétés de sûreté** : pour toutes les exécutions ... ;
- **Les propriétés de vivacité** : il existe une exécution où ...

**Propriétés d'accessibilité** Nous définissons ici la notion d'états accessibles.

**Définition 8.2.1.1** (***État accessible***) Un état $s \in X$ est dit accessible si il existe un chemin $\sigma$ appartenant à $\Sigma^*$ menant de $x_0$ à $s$.

**Définition 8.2.1.2** (***État co-accessible***) Un état $s \in X$ est dit co-accessible si il existe un chemin $\sigma$ appartenant à $\Sigma^*$ menant de $s$ à $x_f \in X_F$.

**Définition 8.2.1.3** (***Automate non bloquant***) Un automate est qualifié de non-bloquant lorsque tout état accessible est également co-accessible. Ainsi, dans chaque état, il existe au moins un chemin menant à un état marqué.

**Propriété de vivacité** La vivacité correspond à une possibilité de progression du système.

**Définition 8.2.1.4** (***Vivacité***) La propriété de vivacité pour une condition $\boldsymbol{\sigma \times g(V)} \in \Sigma$ est vérifiée si il existe une exécution, un chemin, contenant un état où cette condition est vérifiée.

**Propriété de sûreté** La sûreté permet d'éviter les états de faute.

**Définition 8.2.1.5** (***Sûreté***) La propriété de sûreté pour une condition $\boldsymbol{\sigma \times g(V)} \in \Sigma$ est vérifiée si il n'existe aucune exécution contenant un état où cette condition est vérifiée.

Afin d'éviter toute ambiguïté, une modélisation formelle de ces propriétés est nécessaire. En effet, celles-ci peuvent concerner différents évènements ou états et doivent donc faire l'objet d'une construction spécifique. Ces propriétés doivent guider la vérification de l'ensemble des états d'un système et déterminer si celui-ci y satisfait ou non.

#### 8.2.1.2 Expression de propriétés

La modélisation par automate permet, entre autre, de **vérifier un ensemble de propriétés sur les états du système**. Ces propriétés vérifiées peuvent être **exprimées en logique temporelle**, dont la sémantique peut être linéaire ou arborescente. **La logique linéaire** (LTL) permet de représenter des propriétés sur un chemin au cours du temps. $CTL$ (Computational Tree Logic) est une représentation arborescente de propriétés évoluant dans le temps. Les branches de cette arborescence sont autant de chemins qui peuvent être réalisés.

Les logiques temporelles arborescentes sont basées sur le principe suivant : on attribue aux exécutions, les mots de $\Sigma^*$, du procédé à vérifier **une structure arborescente**. Ainsi dans chaque état de cette structure, il existe plusieurs futurs possibles qui correspondent au chemin sortants. La logique CTL (*Computation Tree Logic*) a été introduite pour exprimer l**es propriétés de systèmes de transitions étiquetés**, avec des propriétés associées aux états, notamment sur le vecteur de variables. Pour ce faire **CTL** introduit des opérateurs de définition de contraintes sur l'arborescence :

- Des opérateurs de **sélection d'arborescence** : $\forall$ et $\exists$, ceux-ci vont permettre d'exprimer l'ensemble de chemins qui doivent être valides. Ainsi, $\forall$ signifie **toutes les exécutions**, et $\exists$ **au moins une exécution** ;
- Des opérateurs de **persistance** : $\diamond$ et $\Box$, ils spécifient si la propriété doit-être vérifiée **tout au long d'un chemin** ou **une seule fois**. Ainsi, $\Box$ signifie pour chaque état du/des exécutions, et $\exists$ au moins un état

La logique CTL se définit à l'aide de la syntaxe suivante :

$$\phi ::= s_k \mid \neg\phi \mid \phi_1 \vee \phi_2 \mid \forall\psi \mid \exists\psi$$

$$\psi ::= \diamond\phi \mid \Box\ \phi$$

Les formules atomiques $\phi$ peuvent être :

- **Des contraintes sur les variables** : vérifier si le vecteur de variables vérifie ces conditions ;
- **Des contrainte sur les états** : vérifier si l'état courant du système est l'état requis ;

Exprimées directement, ces propriétés ne sont vérifiées que sur **l'état courant** d'un système. CTL autorise la négation et la conjonction de ces propriétés. Mais celles-ci peuvent également être utilisées **pour exprimer des propriétés arborescentes** : c'est à dire qui ne s'appliquent pas uniquement à l'état courant mais **aux états possibles**.

**Exemple 8.2.1.1** (***Propriétés exprimées en CTL***)

Ainsi, il est possible de constituer quatre descripteurs d'arborescence, pour qualifier une propriété $\phi$ :

- $\forall\Box\boldsymbol{\phi}$ : Tous les états de toutes les exécutions doivent vérifier $\phi$ ;
- $\forall\diamond\boldsymbol{\phi}$ : Un état au moins pour chaque exécution doit vérifier $\phi$ ;
- $\exists\Box\boldsymbol{\phi}$ : Tous les états d'au moins une exécution doivent vérifier $\phi$
- $\exists\diamond\boldsymbol{\phi}$ : Au moins un état d'une exécution doit vérifier $\phi$

Ainsi la figure 8.8 représente une arborescence d'états d'un automate. A partir d'un état, on représente l'ensemble des chemins possibles. Le schéma présente l'impact des descripteurs d'arborescence sur la vérification de $\phi$.

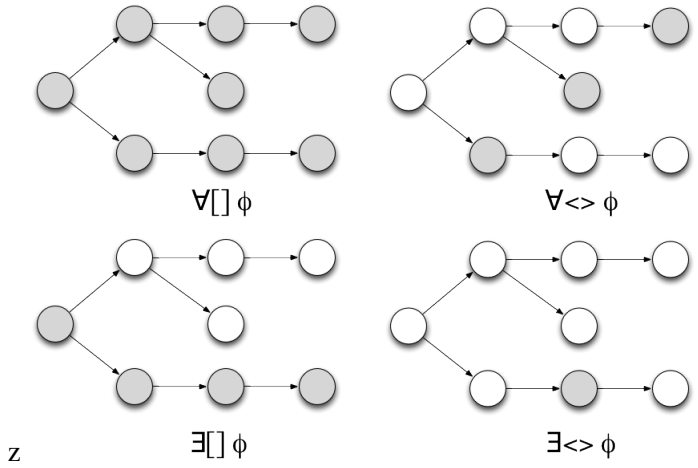


FIGURE 8.8 – Représentation des descripteurs d'arborescence CTL. Les états grisés sont les états où $\phi$ est valide.

Nous pouvons exprimer les propriétés précédemment en CTL :

- Propriété de **sûreté** d'une propriété sur les variables : $\forall\Box\,!\,v == 1$ ;
- Propriété d'**accessibilité** d'un état $s_k$ : $\exists\diamond\ s_k$.

Les propriétés **CTL** décrivent donc une propriété ainsi que, potentiellement, **un descripteur d'arborescence**. Celles-ci doivent ensuite être calculées sur un automate. Les exécutions possibles de l'automate sont comparées vis-à-vis de cette propriété et celle-ci est validée ou non. Nous allons voir que ce parcours permet en cas d'échec ou d'erreur de récupérer l**es chemins satisfaisant la propriété**. Il s'agit là pour nous de la base d'un mécanisme de contrôle.

#### 8.2.1.3 Vérification des propriétés sur un automate

Le *model-checking* permet de vérifier en détail **l'ensemble des états possibles** du modèle d'un procédé lors de son exécution. Le modèle du procédé permet alors aux algorithmes de *model-checking* d'effectuer **une analyse** de ce système sur un certain nombre de propriétés. Il est ainsi possible de vérifier qu'un état, désigné comme mauvais dans le modèle, n'est pas accessible. Si cet état n'est jamais atteint lors de la vérification du modèle, il est possible de conclure que le système qu'il représente ne sera jamais dans cet état non souhaité.

Nous utilisons le *model-checking* dans notre approche pour vérifier les propriétés exprimées sur l'automate. **L'ensemble des états du système sont testés** afin de vérifier l'assertion faites. Cependant, dans un ensemble potentiellement infini, cette vérification peut ne jamais aboutir. Il est donc parfois nécessaire de **tester la négation des propriétés**. Ainsi, plutôt que de tester si une propriété est vérifiée pour tous les états de toutes les exécutions, il peut être plus facile de vérifier qu'un état d'un chemin ne vérifie pas la dites propriété. Si un tel état est trouvé, il est possible de conclure que la propriété ne sera jamais satisfaite.

Le *model-checking*, par l'exhaustivité de la vérification, permet également d'obtenir des exemples de chemins valides et invalides. Appelées **traces d'exemple ou de contre-exemple**, celles-ci per-

mettent d'avoir un chemin menant à un état qui, selon le cas, vérifie ou ne vérifie pas la propriété.

*Uppaal* [LPY97] est un logiciel développé par les universités d'*Uppsala*, en Suède, et de *Aalborg*, au Danemark. Ce logiciel fournit des outils graphiques de **modélisation d'automates étendus** (cf. figure 8.9 gauche) mais également **un moteur d'exécution d'automates**, et **un vérificateur de propriétés**, nommé *verifyta*. Celui-ci, à partir d'un automate modélisé avec *Uppaal* et sérialisé en XML, et d'une requête CTL, va produire une trace de contre-exemple (cf. figure 8.9 droite) si cette prorpiété n'est pas vérifiée. Ces traces sont la base d'un système de contrôle. En effet, elles permettent **de jouer un chemin qui mène à des propriétés** que l'on souhaite voir vérifier par le système. Dès lors, il est possible, avec un ensemble de propriétés à maintenir, de piloter l'exécution de l'automate. Nous allons présenter dans la troisième section de ce chapitre, l'application de cette méthodologie au récit.

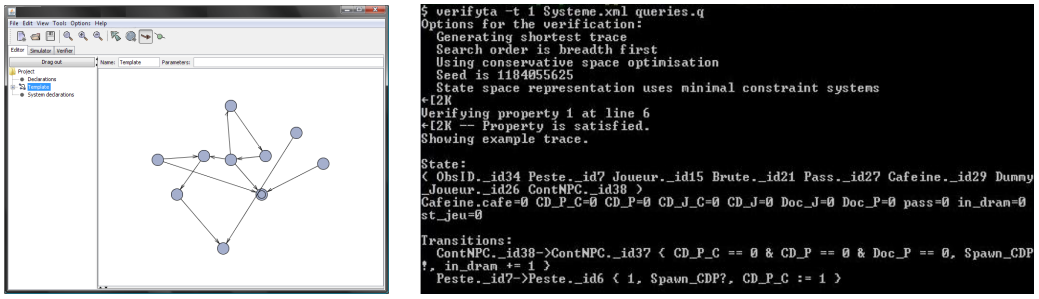


FIGURE 8.9 – Interface d'édition d'automates du logiciel *Uppaal* (à gauche) et exemple d'une trace de contre-exemple (à droite).

Mais avant d'en arriver là, nous allons présenter une dernière mécanique associée aux automates. **La supervision** ne concerne pas des propriétés, comme les expriment CTL. Elle s'applique au niveau global du procédé et impose **une spécification** sur celui-ci. Nous allons voir qu'elle permet d'imposer un fonctionnement à un procédé, notamment lors de la présence d'évènements incontrôlables.

### 8.2.2 Spécification d'exécution

#### 8.2.2.1 Principe

La théorie de **la supervision des systèmes à évènements discrets** a été introduite par *Ramadge* et *Wonham* dans les années 80 [RW87, RW88]. Le but de la supervision est d'**imposer un comportement spécifique** à un processus en respectant des contraintes. Cette démarche est détaillée par *Jean-Louis Ferrier* dans [Fer00]. Le procédé supervisé est un autre modèle du procédé initial sur lequel le superviseur vient **désactiver l'occurrence d'évènements** dans le but de respecter l'ensemble des spécifications désirées.

L'objectif de la supervision est de **restreindre le comportement du système** pour le maintenir dans les bornes imposées par les spécifications de fonctionnement désirées. Le superviseur observe les évènements produits par le procédé et active un ensemble d'évènements autorisés à se produire parmi les évènements possibles du procédé. Nous reprenons ici les notations utilisées auparavant pour définir les langages, afin de définir de nouvelles notions.

**Définition 8.2.2.1** (***Chemin préfixe***) Un chemin, ou mot, $s1 \in \Sigma^*$ est dit préfixe d'un chemin $s3 \in \Sigma^*$ si :

$$\exists\, s2 \in \Sigma^* \mid s1s2 = s3$$

Ainsi, il est possible de dire que tout chemin est le préfixe de lui-même.

**Définition 8.2.2.2** (***Fermeture préfixielle***) La fermeture préfixielle d'un langage $L$, notée $Pref(L)$ consiste en tous les préfixes des mots de L tel que :

$$s1 \in \Sigma^* \mid \exists\, s2 \in \Sigma^*,\ s1s2 \in \Sigma^*$$

#### 8.2.2.2 Contrôlabilité et existence du superviseur

Dans la méthode proposée par *Ramadge* et *Wonham* il est supposé que les évènements du procédé à superviser sont :

- **instantanés** : ces évènements sont discrets ;
- **spontanés** : ils ne sont pas contraints ;
- **asynchrones** : aucune synchronisation entre deux évènements ;
- **observables** par leurs étiquettes : à chaque évènement est associé une étiquette le représentant.

Ces évènements sont également séparés en deux catégories :

- **Les évènements contrôlables** : $\Sigma_c$. Il s'agit des évènements sur lesquels la supervision peut avoir un effet. Par exemple, il est possible d'arrêter ou de démarrer une machine.
- **Les évènements incontrôlables** : $\Sigma_u$. Il s'agit des évènements sur lesquels la supervision ne peut avoir aucun effet. La supervision ne peut ainsi empêcher une machine de tomber en panne.

Le superviseur **inhibe** certains évènements contrôlables pour satisfaire la spécification que l'on souhaite voir respecter par le procédé. Dans le cadre de la supervision les spécifications sont représentées principalement par des **langages rationnels et des réseaux d'automates**. Ceux-ci sont liés, comme nous l'avons vu précédemment, par **le théorème de Kleene**. Ainsi, une spécification écrite en langage rationnel peut être transformée en automate. Ce point est essentiel, comme nous allons le voir, car **pour superviser un procédé modélisé par un automate, la spécification doit également être représentée par un automate**. Il est également possible de superviser un automate grâce à une spécification de logique temporelle CTL [SK01].

Le problème de la supervision est ainsi posé :

**Définition 8.2.2.3** (***Problème de la commande par supervision***) Étant donné un procédé et un ensemble de spécifications logiques de fonctionnement, synthétiser un superviseur tel que le fonctionnement du procédé couplé au superviseur respecte les spécifications imposées.

Cependant le procédé ne peut être supervisé par n'importe quelle spécification. Il faut avant tout vérifier **que le langage de la spécification soit admissible par le procédé**. Cette étape, préalable

à la synthèse du superviseur, s'apparente à la recherche de la contrôlabilité d'un langage K (de la spécification) par rapport à un langage L (du procédé).

**Définition 8.2.2.4** (***Contrôlabilité d'un langage***) Un langage $K \subset \Sigma^*$ est contrôlable par rapport à un langage L et par rapport à $\Sigma_u$ si :

$$(Pref(K).\Sigma_u \cap L) \subseteq Pref(K)$$

Cette notion de contrôlabilité nous amène à considérer **le plus grand langage contrôlable** pour un processus donné. En effet un procédé peut ne pas être contrôlable par rapport à une spécification donnée. Si le langage K de la spécification n'est pas contrôlable, il est possible de trouver le plus grand langage inclus dans K contrôlable et pour lequel il existe un superviseur. On nomme celui-ci **le plus grand langage contrôlable** [BGK$^+$90, HMW05, LC90, RW91, SK01]. Celui-ci est un sous-ensemble du langage de la spécification qui peut être utilisé pour contrôler le procédé. Enfin, avant sa synthèse, il faut vérifier que le superviseur que l'on cherche à créer existe.

**Définition 8.2.2.5** (***Existence d'un superviseur***) Pour $K \subseteq L(G)$ non vide, il existe un superviseur S respectant cette spécification si :

- K est fermé par ses préfixes (K = Pref(K), cf. définition 8.2.2.1) ;
- K est contrôlable par rapport à L.

**Définition 8.2.2.6** (***Existence d'un superviseur non-bloquant***) Pour $K \subseteq L(G)$ non vide, il existe un superviseur S non-bloquant respectant cette spécification si :

- K est fermé par $L_m$ ($K = Pref(K) \cap L_m$) ;
- K est contrôlable par rapport à L.

La supervision a pour résultat la définition d'un nouveau système : **le système bouclé**. Celui-ci représente notre système initial auquel on a imposé la spécification de fonctionnement.

**Définition 8.2.2.7** (***Système bouclé***) On appelle système bouclé la composition synchrone du procédé et de son superviseur.

#### 8.2.2.3 Synthèse du superviseur

Plusieurs algorithmes de synthèse ont été présentés, notamment par *Ramadge* et *Wonham*. L'algorithme suivant, proposé par Kumar[Kum92] est **optimal**, c'est à dire de complexité *O(m, n)*. En effet, les états qui doivent être retirés ne le sont qu'à la fin de l'algorithme ce qui évite de devoir vérifier, entre chaque suppression d'état, que le système résultat respecte la spécification et donc de parcourir plusieurs fois les états et transitions. L'exemple est tiré du document de *J.L. Ferrier* [Fer00].

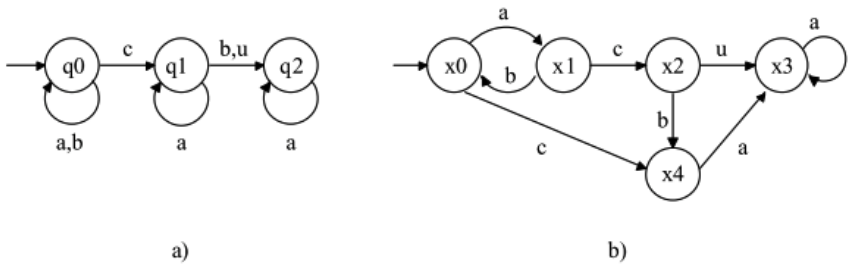


FIGURE 8.10 – A gauche, l'automate G du procédé à superviser, à droite l'automate représentant la spécification de fonctionnement K.

**Exemple 8.2.2.1** (***Algorithme de supervision***)

Soit G l'automate représentant le procédé à superviser et K la spécification que celui-ci se doit de respecter (cf. figure 8.10).

**Pas 1 :** Construire le composé synchrone des automates G et K (cf. figure 8.11 a), selon l'algorithme vu à la section 8.1.3.3.

**Pas 2 :** Déterminer les états défendus du composé synchrone

**Définition 8.2.2.8** (***Etat défendu***) On appelle état défendu tout état (q, x) du composé synchrone tel qu'il existe un événement non contrôlable $\sigma$ où f(q, $\sigma$) est définie pour G et où f(x, $\sigma$) n'est pas définie pour K.
L'évènement incontrôlable dans l'exemple est « u ». Il n'est présent, dans le procédé G, que dans l'état q1. Il faut alors vérifier dans tous les états (q1, x) du composé synchrone que f(x, u) est défini dans la spécification. Les états (q1, x3), (q1, x4) sont donc défendus.

**Pas 3 :** Déterminer les états faiblement défendus du composé synchrone

**Définition 8.2.2.9** (***Etat faiblement défendu***) On appelle état faiblement défendu tout état (q, x) du composé synchrone qui n'est pas un état défendu et tel qu'il existe un chemin d'évènements non contrôlables $s_u$ qui conduit à un état défendu.
Aucune séquence d'évènements incontrôlables ne conduit ni à l'état (q1, x3), ni à l'état (q1, x4). Il n'y a donc pas d'états faiblement défendus.

**Pas 4 :** Supprimer du composé synchrone les états défendus ; les états faiblement défendus ainsi que toutes les transitions liées à ces états. On obtient alors l'automate de la figure 8.11 b).

**Pas 5 :** Détermination du superviseur complet en ajoutant, en boucle, les évènements incontrôlables s'ils n'apparaissent pas en sortie de l'état considéré.

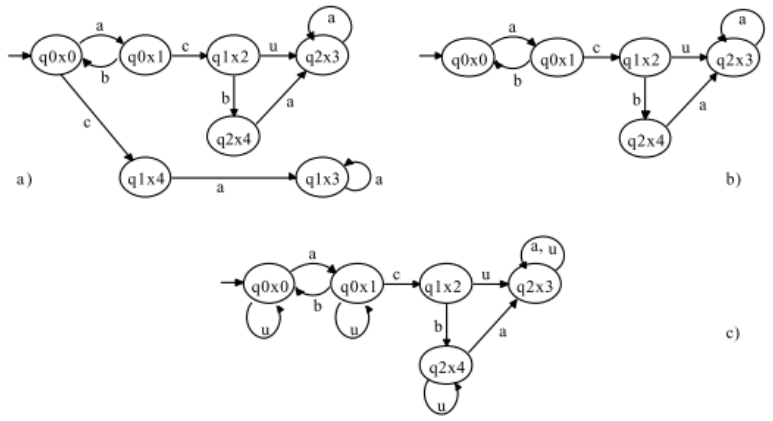


FIGURE 8.11 – Evolution de l'automate au cours de l'algorithme de supervision.

Pour résumer, la supervision est un mécanisme qui permet de **contrôler des procédés contenant des évènements incontrôlables**. Les chemins comprenant des évènements incontrôlables, qui ne sont pas explicitement autorisés dans la spécification, sont ainsi retirés du modèle. Les chemins incontrôlables, menant à ces états, sont également retirés, puisque le système ne pourrait, par nature, les empêcher. La supervision propose ainsi deux atouts :

- **Restriction du procédé** : le procédé peut être contraint, par exemple pour proposer un jalon important dans le récit ;
- **Prise en compte des évènements incontrôlables** : le restriction prend en compte le caractère incontrôlable de certains évènements pour modifier le modèle.

Le système bouclé ainsi obtenu est le nouveau modèle du procédé selon la contrainte de supervision appliquée.

Nous allons maintenant utiliser les modèles et outils que nous venons de définir. Appliqués à la réalisation du récit en mouvement, ils adressent l'ensemble des besoins et des verrous que nous avons identifiés. Tant au niveau de la création du récit inachevé, que lors de la représentation, ils permettent d'assister ce processus créatif. Ainsi, notre prochaine partie est consacrée à l'application des méthodes formelles au récit en mouvement.

## 8.3 Les automates pour le récit en mouvement

Comme nous l'avons vu, l**e récit en mouvement** est construit à partir d'**un récit inachevé interprété lors d'une représentation**, dans notre cas une partie de jeu vidéo. Dans les sections précédentes de ce chapitre nous avons introduit les automates comme outil possible de modélisation pour ces éléments. En effet, ils permettent de représenter à la fois les évènements, **le contenu** du récit, mais aussi les contraintes sur leur ordonnancement, **les règles**. Cette modélisation par automates ouvre des perspectives quant à **la phase de représentation** du récit en mouvement. En

effet, les méthodes de **vérification** et de **supervision** des automates que nous avons abordés, nous permettent d'aborder la notion de **contrôle dynamique de la narration interactive**.

Dans cette section nous souhaitons exposer **l'utilisation des automates dans la narration interactive**. Si nous avons précédemment introduit les éléments formels indispensables à leur utilisation, nous allons ici nous concentrer sur le processus auteur. Nous nous plaçons dans le cas où un auteur est à même de modéliser directement le récit inachevé sous forme d'automates. Cette hypothèse n'est que rarement vérifiée et, de plus, la forme de représentation des automates se complexifie avec l'augmentation du nombre d'évènements. Nous proposons donc dans le chapitre suivant **une conversion depuis notre modèle abstrait** de récit inachevé, que nous étendons, vers ce modèle à automates. Celui-ci, et ses différents niveau d'abstraction, permet une assistance à l'auteur. Mais avant, nous devons terminer la présentation de notre modèle par automates.

Nous commençons par aborder l'étape de **modélisation**. Ainsi, l'auteur va devoir modéliser les entités du récit, les acteurs prenant part à l'action, sous forme d'automates étendus communicants. Ces éléments atomiques sont ensuite regroupés dans **des contextes narratifs finis**, les scènes, dans lesquelles ils sont mis en relation. Le produit synchronisé, des automates impliqués dans une scène, peut dès lors être calculé. Ce dernier représente **les chemins marqués comme acceptables par l'auteur**. De plus, celui-ci a également la possibilité d'exprimer deux autres méthodes de contrôles sur ces contextes locaux : **la supervision**, pour restreindre le processus local, et **les quantificateurs**, pour évaluer la qualité du récit produit. Ces éléments permettent à l'auteur d'exprimer des propriétés qu'il souhaite voir garantie sur les récits synthétisés. Ils vont de paire avec l**a vérification de propriétés** sur ce modèle par automates. En effet, l'auteur peut, par exemple, souhaiter vérifier qu'il existe **un chemin menant vers une fin**, un état final, ou bien encore qu'**un évènement se produise nécessairement dans toute partie**, afin d'introduire des nœuds narratifs.

Dans un second temps, nous présentons l'étape de représentation du récit en mouvement. Grâce à la modélisation que nous allons exprimer, nous présentons deux formes de contrôle réalisables en ligne. Les automates vont, en premier lieu permettre, de **valider le récit qui est en train de se créer**. En effet, les évènements peuvent se produire spontanément dans l'univers, notamment sous l'impulsion du joueur, et il est nécessaire de **maintenir à jour** notre modèle. Cette étape peut donner lieu a un premier contrôle : **l'automate peut rejeter, comme évènement suivant du récit, les caractères qui ne sont pas autorisés**. Ainsi si l'évènement n'est pas valide dans notre modèle, son occurrence est interdite dans le jeu, et l'action n'est pas réalisée. La deuxième forme de contrôle est plus active : **le maintien de la qualité du récit**. Celle-ci est basée sur les quantificateurs du récit et leurs fonctions objectifs. La sortie d'un quantificateur de ces limites lance **la recherche d'un chemin** vers un état où sa valeur y est acceptable. Ce chemin doit alors être réalisé dans l'univers virtuel pour conserver les propriétés définies par l'auteur.

### 8.3.1 Modélisation du récit inachevé

#### 8.3.1.1 Entités du récit

Nous avons vu, dans notre présentation de la narratologie, que les évènements du récit peuvent être agrégés dans des entités appelés **les acteurs**. Les acteurs ne sont pas uniquement les personnages de l'histoire, mais également toute entité pouvant faire évoluer l'état du récit, par ses actions ou la variation de son état. Nous proposons donc d'utiliser une méthodologie identique pour notre modèle. Cette approche nous permet de simplifier **la phase de définition des ensembles $\Sigma_n$ et**

$L(\Sigma_n)$, en proposant une modélisation modulaire. Par **les mécanismes de composition** des automates que nous avons vus, il est toujours possible d'obtenir, à partir de ces éléments atomiques, l'automate complet des séquences narratives possibles pour le récit inachevé. Cette approche, par rapport à la définition directe de cet automate global, permet **une plus grande expressivité** pour l'auteur, puisque la complexité est isolée dans des sous-systèmes. En effet, les compositions vont permettre à l'auteur de modéliser des automates de taille restreinte, et de laisser **un système automatisé** prendre en charge la création de l'automate global.

Les automates des entités créés par l'auteur, spécifient les évènements réalisables par cette entité, mais également leurs conditions d'ordonnancement. Ainsi, dès le niveau des entités, nous retrouvons les éléments de contenu et de règles du récit inachevé. C'est lors de la mise en relation, lors des compositions, que ces morceaux de contenus et ces règles vont s'assembler pour former **l'automate global des séquences narratives**. Nous utilisons les automates à états finis étendus communicants, afin de proposer le maximum de possibilités aux auteurs. En effet, les acteurs représentés par les automates ne peuvent, dans le cadre d'un récit, être des entités autonomes et fermées. Le récit impose ainsi des éléments **d'interaction**, le déclenchement, par une entité, d'actions sur d'autres entités. C'est donc par l'utilisation **des étiquettes de synchronisation** que l'auteur peut spécifier des interactions entre entités.

L'auteur doit finalement définir **les variables** du système. Celles-ci vont permettre d'exprimer plusieurs éléments :

- **Les contraintes sur les transitions** : le franchissement des transitions, la validation ou l'exécution d'un évènement, peuvent être conditionnés à certaines valeurs du vecteur d'états ;
- **L'évolution du vecteur d'états** : affectations de valeurs lors du passage de transitions ;
- **Les quantificateurs** : sous-ensemble des variables, les quantificateurs sont définis parmi les variables :
- **Les objectifs de qualité** : fonction affectant une valeur cible aux quantificateurs en fonction de l'exécution du récit.

La création des évènements, des variables et des états des entités, entre dans le cadre général de **la conception d'automates pour des systèmes à évènements discrets**. Il est nécessaire que l'auteur caractérise correctement les acteurs afin d'obtenir les automates les plus descriptifs possibles. Sans cette étape, il serait ainsi imaginable d'obtenir un automate "*fleur*" (c'est à dire un automate à un seul état sur lequel boucle l'ensemble des transitions, prenant la forme d'une fleur et ses pétales). Cette possibilité nous ramène dans le cas du **système d'évènements avec pré-condition de notre modèle abstrait** de récit inachevé. En effet, dans un tel automate, une partie de la sémantique est perdue : l'unique état est à la fois initial et final, et les séquences d'évènements sont uniquement imposées par l'état du récit, les conditions sur les variables.

La modélisation de tous les acteurs du récit terminée, l'auteur a terminé un premier niveau de définition. Si notre modèle s'arrêtait là, les séquences narratives possibles seraient calculées à partir de cet ensemble d'automates. Bien que correct, cette approche n'est pas efficace. Si tous les récits possibles sont représentés, la définition des objectifs des quantificateurs et de la supervision serait difficile, car effectuée à un niveau global. De plus, l'auteur ne pourrait avoir une visibilité claire sur les séquences qu'il autorise. Nous proposons donc d'introduire un contexte restreint d'exécution : **la scène**. Comme dans notre modèle abstrait, nous formalisons ainsi un cadre narratif local, mettant en relation plusieurs acteurs. Les séquences narratives issues de leur narration sont alors plus restreintes, que celles de l'automate global. En outre, les spécifications de fonctionnement, ou les objectifs des quantificateurs, peuvent ainsi être définies plus précisément.

#### 8.3.1.2 Cadre narratif

La constitution de cadres narratifs restreints permet à l'auteur de **maintenir la complexité** du système. Dans le cadre de notre modèle, ces contextes locaux sont représentés par des réseaux d'automates. Même si nous construisons au final l'automate de ce réseau à des fins de contrôle, ils peuvent toujours être vus comme des automates évoluant parallèlement. La définition des scènes permet donc à l'auteur de constituer **des contextes** et de définir précisément, pour chacun d'entre-eux, les propriétés attendues et les séquences autorisées.

Le contexte de plus haut niveau est le récit dans son intégralité. Il est ainsi constitué de **l'ensemble des automates des entités**. Cependant, des ensembles réduits, ne mettant en relation que certains des automates, sont possibles. Ainsi, l'automate global d'une scène est réalisé par **composition synchronisée** des sous-automates, afin d'obtenir un automate de limité à l'exécution de cette scène.

Les scènes permettent également de définir des propriétés sur le récit. Ainsi, au lieu de définir des objectifs de quantificateurs **sur l'intégralité du récit**, il est possible d'isoler ceux-ci dans des **scènes**. Sans nécessairement déclarer des quantificateurs spécifiques pour chaque scène, les valeurs cibles d'un même quantificateur peuvent-elles changer entre différentes scènes. L'auteur peut ainsi définir **des arcs dramatiques différents** pour chaque scène. Il en va de même pour la supervision. Des spécifications peuvent être appliquées sur cet automate global du récit, mais l'écriture de la spécification est alors très complexe. En effet, celle-ci doit décrire extensivement **les évènements autorisés ou non, et empêcher les chemins incontrôlables**. La définition de la supervision au niveau des scènes, permet à l'auteur, comme pour les quantificateurs, une déclaration adaptée des contraintes qu'il souhaite voir appliquer au récit dans ce cadre. La supervision peut ainsi s'appliquer uniquement à certaines scènes où l'auteur ne souhaite pas voir apparaître certains évènements, alors qu'ils sont autorisés dans d'autres. Les scènes peuvent donc être définies de la manière suivante :

**Définition 8.3.1.1** (***Scène du modèle formel de récit inachevé***) Une scène est définie par un n-uplet $(A_s, Q_s, O_s(Q_s), p_s)$ :

- $\boldsymbol{A_s}$ : un ensemble d'automates des entités du récit tel que $A_s \in A$, $A$ étant l'ensemble des automates du modèle. $A_s$ peut également être représenté comme un seul automate, résultat de la composition synchronisée des sous-automates ;
- $\boldsymbol{Q_s}$ : l'ensemble des quantificateurs utilisés dans la scène avec $Q_s \in Q$, où $Q$ est l'ensemble des quantificateurs du modèle ;
- $\boldsymbol{O_s(Q_s)}$ : les fonctions objectifs des quantificateurs pour cette scène ;
- $\boldsymbol{p_s}$ : une spécification de fonctionnement à appliquer à l'automate local de cette scène.

Outre le fait qu'elles permettent **une déclaration modulaire** de notre modèle, les scènes favorisent également sa vérification. Elles permettent de limiter l'exploration des états nécessaire au *model-checking* pour vérifier une propriété. De plus, en cas de non-satisfaction à une condition, l'auteur est plus à même d'intervenir sur la séquence narrative sans pour autant risquer de désorganiser l'intégralité du modèle.

#### 8.3.1.3 Vérification de propriétés

Nous avons vu qu'au travers du *model-checking* il est possible de vérifier la satisfaction de propriétés sur un automate. Nous utilisons donc ce mécanisme afin de permettre à l'auteur de vérifier le récit inachevé, lors de la phase de conception. L'expression de ces propriétés est effectuée par **une logique arborescente** permettant à l'auteur de vérifier des propriétés d'évolution du modèle. Ainsi, lors de la constitution des scènes, l'auteur a la possibilité de vérifier des propriétés (cf. chapitre 8.1) sur le récit inachevé. Par exemple, l'automate, le récit inachevé, de la scène peut ainsi être vérifié pour les propriétés suivantes :

- $\forall\Box\ !deadlock$ : le récit ne se trouve jamais dans un état, non-final, duquel il ne peut plus progresser, bloquant ainsi le joueur ;
- $\forall \diamond v == c$ : tous les récits ont au moins un état où la variable $v$ est à une valeur $c$ :
- $\exists \diamond x_f$ : il existe au moins une exécution amenant à une fin du récit, pour $x_f \in X$.

Cette vérification permet à l'auteur de s'assurer des **qualités narratives** de son récit lors de l'exécution de la représentation.

#### Conclusion

Notre modélisation par automate partage d'ores et déjà des similitudes avec notre modèle abstrait. **La restriction du contexte d'exécution** à des cadres locaux, les scènes, permet une conception facilitée pour l'auteur, et surtout un contrôle plus précis sur les récits possibles.

**Définition 8.3.1.2** (***Modèle de récit inachevé par automates***) Notre modèle de récit basé sur les automates est défini par le n-uplet :

- $\boldsymbol{A}$ : un ensemble d'automates représentant les entités du récit ;
- $\boldsymbol{S}$ : un ensemble de scènes telles que définies à la définition 1.3.1.1 .

Les scènes sont donc constituées par des entités dont les automates sont utilisés pour **construire l'automate local.** Celui-ci est constitué de la composition synchronisée des sous-automates appartenant à la scène. L'auteur a également la possibilité de raffiner les formes prisent par les séquences narratives en mettant en jeu la supervision et les quantificateurs. Ceux-ci permettent d'imposer des contraintes supplémentaire à son exécution. Ainsi la supervision permet de **restreindre l'automate de la scène** par une spécification de fonctionnement. Elle permet de filtrer les séquences narratives valides avec, comme objectif par exemple, de ne pas faire apparaitre certaines actions de l'utilisateur immédiatement dans la partie. Les quantificateurs sont également présents au niveau de la scène. Ils permettent d'observer la qualité du récit qui est en cours de production.

C'est justement lors de la production que nous allons utiliser ce modèle. Celui-ci n'est qu'**un plan à destination d'un interprète** qui réalise la représentation. Nous présentons dans le chapitre suivant les principes de l'architecture multi-agent que nous mettons en œuvre afin d'assurer la supervision d'un jeu vidéo. Nous présenterons cette architecture à la fin du chapitre suivant. Mais pour l'instant, nous nous contentons de décrire ces mécanismes et, ainsi, de mettre en valeur l'intérêt des automates pour le contrôle d'une narration interactive.

### 8.3.2 Représentation de la narration interactive

La modélisation par automates permet d'envisager deux formes de contrôle sur la structure du récit en production :

- **La validation des évènements** produits dans le jeu ;
- **Le maintien des quantificateurs** dans les bornes définies par leurs objectifs, par la recherche de chemin satisfaisant cette propriété.

Nous allons détailler ici ces deux types de contrôle.

#### 8.3.2.1 Validation du récit

Grâce à la modélisation par automates, il est possible d'envisager un premier type de contrôle : la matérialisation de l'étape de réalisation par l'interprète. En effet, celui-ci, à partir d'**une observation** de l'univers virtuel et du modèle **à base d'automates**, va autoriser ou refuser la production d'évènements. Cette approche est équivalente à **la validation d'un mot pour le langage de notre modèle du récit inachevé**. Ainsi, lors de la construction du récit, les évènements produits en jeu forment un mot. Les lettres qui viennent s'ajouter à celui-ci sont synchronisées avec notre modèle d'automate.

Cette étape nous permet tout d'abord de **garder le modèle à jour** vis-à-vis du procédé, du jeu vidéo. L'observation des évènements permet de synchroniser les transitions correspondantes dans le modèle, si elles sont disponibles. Ainsi, les fonctions d'affectation des transitions franchies, les modifications des variables qu'elles entraînent, sont-elles aussi exécutées lors de l'occurrence d'une évènement. Ainsi le modèle reste en permanence en phase avec le procédé.

De plus, cette présentation des évènements, permet une étape en amont. L'action suivante du récit, le caractère qui est proposé par le jeu, peut être refusé par le système. Ainsi, comme pour l'exemple des langages rationnels que nous avons donné, si le caractère n'est présent sur aucune transition, ou que la ou les transitions auxquelles il correspond ne sont franchissables, alors **le mot n'appartient pas au langage représenté**. Ainsi, si cet évènement était ajouté au récit en cours, le mot formé par celui-ci ne vérifierai plus notre modèle. L'évènement ne peut donc se produire, car non validé par le modèle

Cette première méthode de contrôle est la plus péremptoire : **si le mot formé par le récit en construction n'appartient pas au langage défini dans notre modèle formel** dans le récit inachevé, alors celui-ci ne peut se être utilisé dans une représentation. Notre système auteur filtre donc les évènements et n'autorise que les récits qui sont explicitement déclarés. Nous allons maintenant voir une deuxième forme de contrôle, par *model-checking*, qui est plus flexible.

#### 8.3.2.2 Déroulement de la narration

Notre modèle de récit inachevé par automate est aussi utilisé ici pour **diriger l'exécution du jeu**, et donc du récit qu'il produit. De manière synthétique, l'approche proposée et d'utiliser le modèle pour trouver le chemin optimal afin d'atteindre un état donné des quantificateurs. Ainsi une propriété est vérifiée sur le modèle et **la trace de contre-exemple** est utilisée comme guide du chemin à produire.

L'objectif de notre approche, est de définir un chemin menant à la satisfaction d'une propriété d'accessibilité. Cependant pour obtenir une trace contre-exemple par le *model-checker*, **la propriété**

**vérifiée doit être non satisfaite**. La propriété employée doit donc être la négation de la propriété d'accessibilité, c'est-à-dire une propriété de sûreté.

Dans ce cas, la requête fournit à l'algorithme de *model-checking* est de la forme : existe-t-il un état accessible, depuis l'état courant, ou le quantificateur n'est pas à une valeur définie ? Le *model-checker* va alors parcourir l'ensemble des états du système, accessibles depuis l'état courant, jusqu'à trouver un état ne satisfaisant pas à cette proposition. Au cas ou un tel état existe, il retourne celui-ci, ainsi qu'un chemin menant de l'état courant jusqu'à l'état solution.

**Ce chemin représente la suite d'évènements à réaliser pour amener le scénario dans le prochain état ou les quantificateurs sont à la valeur attendue.**

## 8.4 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté les éléments de formalisme nécessaires à **l'expression d'un récit inachevé**. La création d'un récit inachevé peut ainsi être formulée par la construction d'automates. Nous avons montré comment ces derniers peuvent être utilisés pour **déclarer les évènements et leur ordonnancement, les séquences narratives possibles**. Nous proposons donc un modèle de récit inachevé basé sur la conception d'une représentation du procédé à base de réseaux d'automates.

Nous avons abordé les mécaniques de contrôle associées à ce type de modèle . Ainsi, nous avons mis en avant deux formes de contrôle : **la validation des mots** et **la recherche de chemin**. Cette validation permet de filtrer et / ou de refuser la prise en charge d'un caractère par l'interprète. Si ce dernier, en manipulant le récit inachevé, n'a pas de transitions disponibles pour se **synchroniser** avec le caractère, alors le mot est refusé par le modèle. Nous avons également présenté le mécanisme de la supervision de système à évènements discrets. Ainsi, les évènements de $\Sigma_n$ sont partitionnés en deux ensembles : **les évènements contrôlables et les évènements incontrôlables**. La supervision permet de désactiver les états comportant en entrée un évènement incontrôlable, l'automate résultant est alors la séquence narrative du récit en mouvement L'interprète n'a dès lors plus qu'à la manipuler pendant son observation. Nous avons également abordé **la vérification de propriétés** par *model-checking.* Ainsi, les objectifs de qualité sur les quantificateur permettent d'obtenir des traces de contre-exemple. Ce chemin est alors une directive à suivre pour le récit.

Bien que couvrant l'ensemble du périmètre, notre approche par automate laisse toujours en suspens la question du processus auteur. Sachant qu'il est difficile de proposer à des auteurs non spécialistes une modélisation par automates, nous choisissons d'**implémenter notre modèle abstrait pour une approche par automate**. Ainsi, des éléments supplémentaires sont-ils ajoutés aux entités que nous avons définies dans le chapitre 7. Ces ajouts d'informations ont pour but **un accès facilité à la méthode pour les auteurs** à la méthode. Nous rajoutons donc, dans cette instance du modèle abstrait, les ensembles et éléments manquants pour y travailler avec les automates.

# Chapitre 9

# Du modèle au contrôle de la narration interactive

---

Le chapitre précédent à montré que **les automates permettent de modéliser une séquence d'évènements**, et d'exprimer **les contraintes quant à leur ordre d'apparition**. Ce modèle peut ensuite être utilisé pour **superviser** et **contrôler** l'exécution du processus réel. Cette modélisation et ce contrôle de l'exécution d'un scénario répond aux problématiques que nous avions identifiées pour la narration interactive et la création du récit en mouvement.

En effet dans le chapitre 2 nous avons défini le récit comme une succession d'évènements. Cependant, un récit n'est pas une simple liste d'évènements, il impose **des contraintes fortes et des propriétés sur les séquences d'évènements produites**. Ainsi, leur structure, les ordonnancements possibles, est importante pour garantir un récit cohérent. Il est également nécessaire de juger **des propriétés de qualité** sur le récit. Ce dernier doit en effet avoir un intérêt pour le public, satisfaire ses attentes comme tout œuvre narrative (cinéma ou littérature par exemple). Cette définition de la qualité du récit en mouvement et son contrôle dans le cadre d'une narration interactive, sont des défis majeurs.

Nous avons vu dans le chapitre précédent que la modélisation par automates étendus communicants peut satisfaire à ces contraintes d'ordonnancement et de qualité lors de l'exécution. Mais un premier verrou apparaît : avant d'en effectuer un contrôle, il est indispensable de **créer le modèle**, les caractéristiques, de l'œuvre. Cette étape de modélisation est une tâche complexe qui requiert des compétences à la fois dans le formalisme utilisé, dans notre cas les automates, mais également dans la manière de représenter les processus. Dans le but d'offrir un outil accessible au plus grand nombre, il est nécessaire d'abstraire cette complexité en proposant **une forme de modélisation aisément manipulable** par une personne non experte sur la sémantique des automates. Ce modèle doit également permettre de modéliser des récits interactifs de manière efficiente.

Nous avons présenté dans le chapitre 5 un **modèle abstrait du récit inachevé**. Celui-ci, basé sur des concepts employés par les narratologues, proposent aux auteurs de déclarer les entités de leur récit. Ce modèle abstrait nous sert de base pour proposer notre modèle final de narration interactive. Nous allons ainsi spécialiser celui-ci avec pour objectif, **une conversion vers notre modèle à automate**. Ainsi, le récit inachevé peut être créé dans un formalisme adéquat et traduit dans une représentation adaptée à sa manipulation. Nous avons nécessité d'augmenter notre modèle précédent, faute d'éléments ou de syntaxe pour représenter autrement certains aspects de la modélisation

par automates. Par exemple, nous allons augmenter notre entité *Scène* d'un attribut de supervision. Cependant, l'auteur peut se limiter à utiliser les éléments définis dans le modèle abstrait, laissant ainsi de côté sans les éléments spécifiques aux automates.

Ce chapitre est donc pour nous l'occasion de **réunir l'ensemble des propositions que nous avons faites** dans les deux chapitres précédents. En premier lieu, unifier nos deux modèles, celui à destination de l'auteur et celui à destination des algorithmes de contrôle. Cette mise en relation se présente sous la forme d'**une conversion de modèle à modèle**, qui établie les règles de passage de l'un à l'autre, depuis le modèle haut-niveau vers celui à base d'automates. Cette unification nous permet de **regrouper les solutions**, indépendantes, que nous avons présentées pour adresser les problématiques posées par la narration interactive. Cette définition clôture ainsi nos travaux sur le récit inachevé. Dans un second temps, nous devons avoir la même démarche sur le deuxième aspect de la narration interactive : **la réalisation du récit en mouvement**. A partir du modèle à automates, ainsi que des méthodes de vérification et de contrôle présentées dans le chapitre précédent, nous proposons **une architecture logicielle multi-agents pour la supervision d'applications interactives**. Nous montrons comment il est possible d'observer, de vérifier et de contrôler un théâtre virtuel, le jeu vidéo dans notre étude.

**Organisation du chapitre** Dans la première partie de ce chapitre, nous allons détailler **notre modèle haut-niveau de récit inachevé**. Celui-ci est une extension du modèle abstrait présenté dans le chapitre 7. Nous allons ainsi reprendre les différents niveaux de modèle, structure narrative, histoire et séquence narrative, et détailler les ajouts que nous effectuons. Lors de cette revue des entités du modèle, nous détaillons également **les règles de conversions** appliquées pour la conversion vers le modèle à automates. La seconde partie du chapitre est consacrée à la présentation de **notre architecture logicielle pour le contrôle d'une narration interactive**. Nous proposons ainsi un système multi-agent autonome. Ainsi, pour chacun des agents, nous expliquons les tâches qui leurs sont attribuées ainsi que les mécanismes mis en œuvre pour les réaliser. Ce partitionnement nous permet de définir des périmètres de fonctionnalités restreints.

## 9.1 Du modèle haut-niveau au modèle à base d'automates

Le modèle abstrait de récit inachevé que nous avons présenté dans le chapitre 7 peut être implémenté de différentes manières. L'une des approches possibles, présentée ici, se base sur **une extension des automates**, que nous avons introduit dans le chapitre 8. Il s'agit ici de proposer une représentation des **comportements**, **actants**, **situations** et **séquence narrative** du modèle abstrait, sous la forme d'automates. Ceux-ci sont ensuite employés pour composer et contrôler dynamiquement, au cours de l'exécution, le récit en mouvement.

Afin d'illustrer notre définition des composants constitutifs de notre modèle de narration interactive, nous utilisons un exemple inspiré du jeu "*Red Dead Redemption*". Ainsi, par extraction d'un sous-ensemble des possibilités d'interaction de ce jeu, nous proposons un modèle narratif basé sur notre approche. Notre modèle abstrait de récit inachevé se base sur trois niveaux : **la structure narrative**, **l'histoire** et **la séquence narrative**. Nous suivons ici les trois parties du modèle pour proposer, de manière formelle, les définitions des entités de notre modèle haut-niveau. Ainsi, pour chacune d'entre-elles, nous définissons ses éléments constituants et, à partir de ceux-ci, nous introduisons leur **conversion en automates**.

### 9.1.1 Structure narrative

Une structure narrative représente, comme nous l'avons décrit précédemment, la **matrice de création** d'une histoire. Dans notre modèle abstrait, nous l'avons définie comme le composé d'un ensemble d'actants, de rôles types, et d'un ensemble de situations narratives, permettant une mise en relation des actants. Dans notre modèle haut-niveau, nous la définissons de la manière suivante.

**Définition 9.1.1.1** (***Structure***) La structure narrative est un n-uplet :

- $\Sigma$ : un ensemble d'étiquettes constitué à partir des étiquettes des actions des actants, $\Sigma$ constitue l'alphabet de la structure ;
- $\Lambda$ : un ensemble d'étiquettes de synchronisation. Les étiquettes de synchronisation permettent la synchronisation des actions entre actants au moyen d'un mécanisme de rendez-vous : les étiquettes de $\Lambda$ permettent de définir des émissions et des réceptions de messages. Ainsi pour $\lambda \in \Lambda$, $\lambda!$ est une étiquette d'émission et $\lambda?$ une étiquette de réception.
- $V$ : le vecteur d'états, il est l'agrégation des vecteurs d'états individuels des actants ;
- $\mathcal{A}$ : un ensemble d'actants ;
- $\mathcal{S}$ : un ensemble de situations ;

Par rapport à notre modèle abstrait, nous formalisons d'une part **des ensembles globaux d'étiquettes**, $\Sigma$ et $\Lambda$, et d'autre part **le vecteur d'états de la Structure**. Ainsi nous séparons l'alphabet de la structure narrative en deux ensembles :

- **Les étiquettes internes** des actants, notées $\Sigma$, sont formées de l'union des alphabets des actants ;
- **Les étiquettes de synchronisation**, notées $\Lambda$, sont formées de l'union des caractères de synchronisation utilisés par les actants ;

Nous séparons ces deux ensembles d'étiquettes afin de procéder plus aisément à **l'héritage entre la structure narrative et l'histoire**. Comme nous le verrons, nous préfixons les évènements des acteurs, en fonction des actants implémentés. Ce mécanisme entre alors en collision avec les synchronisations, puisque cette modification du caractère de synchronisation **fait perdre la correspondance entre les automates** précédemment connectés. $\Lambda$ nous permet d'isoler les caractères de synchronisation, afin de leur appliquer un traitement particulier. Les variables de la structure narrative, noté $V$, sont également exposées globalement. Cet ensemble est constitué de la composition de tous les vecteurs d'états des actants.

Nous devons maintenant définir les ensembles $\mathcal{A}$ et $\mathcal{S}$.

#### 9.1.1.1 Actants et comportements

Notre modèle haut-niveau utilise les entités Actant et Comportement de notre modèle abstrait. Ainsi, à chaque actant $a \in \mathcal{A}$ est associé un ensemble $V \in \mathbb{N}$ de **variables**, modélisant leur vecteur d'états. Un ensemble $\mathcal{C}$ de comportements est également associé à chaque actant. Un comportement est composé d'un caractère représentant un évènement et de ses pré-conditions. Cette définition est insuffisante pour utiliser pleinement les automates. Nous allons donc modifier la

définition de l'entité Comportement, et ainsi proposer trois types différents de comportement. Reprenons notre définition de l'actant depuis le modèle abstrait de récit inachevé :

**Définition 9.1.1.2** (***Actant***) Un actant de la structure narrative est un n-uplet :

- $V_{\mathcal{A}} \in \mathbb{N}$ : ensemble de variables. On appellera vecteur d'états de l'actant une valuation $\nu(V_{\mathcal{A}})$ de l'ensemble des variables ;
- $\Sigma_{\mathcal{A}}$ : ensemble des étiquettes internes déclarées par l'actant ;
- $\Lambda_{\mathcal{A}}$ : ensemble des étiquettes de synchronisation déclarées par l'actant ;
- $\mathcal{C}$ : un ensemble de comportements.

Nous répercutons ici le partitionnement expliqué pour la structure narrative les étiquettes de synchronisation sont isolées des étiquettes internes des actants.

**Exemple 9.1.1.1** (***Actants dans Red Dead Redemption*** )

Un exemple d'actant dans le contexte du jeu "*Red Dead Redemption*" est le rôle *cavalier*. L'ensemble V des variables de cet actant contient une variable *estSurCheval*. Ses comportements que nous définirons plus tard sont : *montCheval* et *descCheval*, représentant la montée ou la descente d'un cheval.

Cet actant peut entrer en interaction avec un deuxième actant : le *cheval*. Celui-ci représente les actions d'un cheval ,qui peut accélérer ou ralentir, selon les actions de son cavalier. Ainsi le *cavalier*, en plus de monter et descendre de cheval, peut contrôler sa vitesse via deux interactions : *eperonner* et *tirerRêne* qui permettent, respectivement, d'accélérer ou de ralentir le cheval.

Nous avons abordé les différentes outils, liées aux automates, dans le chapitre précédent. L'utilisation de ces méthodes nécessite un changement de la modélisation des comportements. En effet, ceux-ci, avec un caractère et une garde sur le vecteur d'état de leur actant, ne sont pas suffisants pour utiliser pleinement les automates. Nous définissons donc une entité Action, qui augmente le comportement d'une évolution du vecteur d'état. Nous spécialisons ensuite cette entité en action réflexive, et action opposées. Cet ajout permet de représenter des motifs particuliers d'automates. Des actions nous définissons également les interactions. Celles-ci offrent la possibilité d'ajouter un caractère de synchronisation vers un autre comportement. Nous allons maintenant définir ces éléments.

**Définition 9.1.1.3** (***Action***) Une Action est un n-uplet :

- $\sigma \in \Sigma_{\mathcal{A}}$ : l'étiquette identifiant cette action ;
- $g(V_{\mathcal{A}})$ : une fonction de garde représentant une condition sur les variables. L'exécution de l'action est conditionnée par la satisfaction de $\nu(V_{\mathcal{A}})$ à cette fonction ;
- $u(V_{\mathcal{A}})$ : une fonction d'affectation sur les variables, l'action entraine une modification du vecteur d'état $\nu(V_{\mathcal{A}})$ de l'actant.
- $f$ la fonction de transition telle que :

$$f : \Sigma_{\mathcal{A}} \times g(V_{\mathcal{A}}) \times u(V_{\mathcal{A}})$$

Les actions d'un actant sont converties en automates par la règle suivante :

**Définition 9.1.1.4** (***Conversion d'une action en automate***) L'automate issu d'une action est composé de :

- Deux états, $x$ et $x'$
- D'une transition définie par $f : \Sigma_{\mathcal{A}} \times g(V_{\mathcal{A}}) \times u(_{\mathcal{A}})$ telle que $f(x, \sigma) = x'$
  - $\sigma \in \Sigma_{\mathcal{A}})$ est l'évènement interne de l'actant déclaré dans l'action ;
  - $g(V_{\mathcal{A}})$ est la fonction conditionnant la transition à une valuation de $V_{\mathcal{A}}$ déclarée dans l'action ;
  - $u(V_{\mathcal{A}})$ est la fonction d'affectation sur les variables de $V_{\mathcal{A}}$ déclarée dans l'action.

**Exemple 9.1.1.2** (***Actions dans Red Dead Redemption***)

Dans le cadre de la définition des comportements de l'actant *Cavalier* défini dans l'exemple 9.1.1.1, l'une des actions consiste en *montCh*. Cette action est décrite ainsi :

```
Cavalier =
    V = {estSurCheval}
    C =
      [Action] montCheval =
            sigma = montCh
            g(V) = {estSurCheval==0}
            u(V) = {estSurCheval=1}
```

Sa conversion en automate est donnée à la figure 9.1.

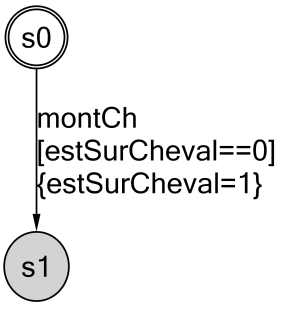


FIGURE 9.1 – Représentation de l'action *montCheval*.

Nous avons identifiés **plusieurs types d'actions.** En fonction de l'impact recherché sur l'état du récit, l'auteur emploiera le type correspondant. Les définitions que nous présentons ci-après, ont toutes en commun les éléments d'une action, elles en héritent.

**Action réflexive** Une action réflexive est une action particulière où **l'état source de la fonction de transition est également son état destination**. L'action réflexive permet de modéliser une action répétitive, qui ne fait pas évoluer le récit dans un nouvel état, au sens de la narration.

**Définition 9.1.1.5** (***Action réflexive***) L'action réflexive utilise la conversion en automate de l'action avec la contrainte suivante : $x = x'$. Ainsi l'état source de la transition d'une action réflexive est également son état destination.

**Exemple 9.1.1.3** (***Utilisation des actions réflexives***)

Dans le cadre de notre exemple nous définissons un autre actant : *tireur*. Cet actant modélise la capacité d'une entité à manipuler une arme et *tirer* sur une autre entité. Le *rechargement* de l'arme est alors une action réflexive.

```
Tireur =
    V = {nbBalles}
    C =
      [Action] rechargement =
            sigma = recharger
            g(V) =
            a(V) = {nbBalles=6}
```

Sa conversion en automate est donnée à la figure 9.2.

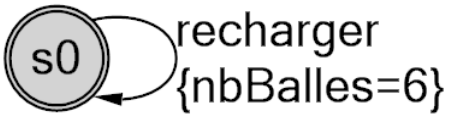


FIGURE 9.2 – Représentation de l'action *recharger*.

**Action opposée** L'action opposée à une autre action, permet de définir **l'inverse d'un autre comportemet**. Ains,i **ses états source et destination sont inversés par rapport à l'action de référence**. L'intérêt de la définition d'une telle action dans notre modèle est de permettre de représenter **une boucle d'action** induite par l'occurrence d'une action et de son opposé. Ainsi, la production successive des deux étiquettes définies par une action et son opposé **entraîne un retour à l'état initial**.

**Définition 9.1.1.6** (***Action opposée***) L'action opposée introduit un élément supplémentaire dans la définition de l'action. Soit un comportement $c \in \mathcal{C}$ auquel on veut opposer une action. Sont alors définis
- $\sigma'$ l'étiquette de $c$ ;
- $q$ et $q'$ les états de $c$ ;
- $f'$ la fonction de transition de $c$ avec $f'(q, \sigma') = q'$.

Dès lors, la fonction de transition $f$ d'une action opposée à $c$ est alors

$$f(q', \sigma) = q$$

**Exemple 9.1.1.4** (***Utilisation des actions opposées***)

Dans le cadre de notre exemple nous définissons une action opposée à *montCheval* pour l'actant *Cavalier* : *descCheval*. Nous utilisons la notation $\sigma_{source}|\sigma_{oppos}$ pour spécifier que cet évènement est opposé à un autre évènement. Cette notation impacte le traitement réalisé sur le comportement lors de la création de l'automate de l'actant.

```
Cavalier =
    V = {estSurCheval}
    C =
      [Action] descendreCheval =
            sigma = descCheval
            g(V) = {estSurCheval==1}
            a(V) = {estSurCheval=0}
            c = montCheval
```

Le résultat de sa conversion en automate est donné à la figure 9.3.

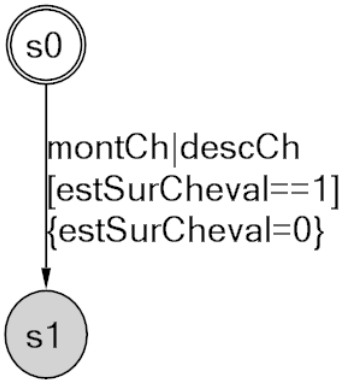


FIGURE 9.3 – Représentation de l'action *descCheval*.

**Interaction** L'interaction définit **une action d'un actant sur un autre actant**. Ainsi l'interaction est une action qui se **synchronise** avec une interaction d'un autre actant. L'interaction permet donc le déclenchement simultané de deux actions des actants, représentées par le caractère $\sigma$ des deux automates.

**Définition 9.1.1.7** (***Interaction***) L'interaction ajoute une étiquette supplémentaire à la transition : le caractère de synchronisation.

– $\lambda \in \Lambda$ : une étiquette de synchronisation, d'émission ou de réception tel que définie dans la spécification des automates à états finis étendus.

La fonction de transition d'une interaction est alors de la forme :

$$f : \Sigma \times g(V_{\mathcal{A}}) \times a(V_{\mathcal{A}}) \times \Lambda$$

**Exemple 9.1.1.5** (***Utilisation des interactions***)

Le *tireur*, dont nous avons précédemment définit l'action *recharger*, est également en mesure de tirer sur un passant. L'action *tirer* sur un passant déclenche l'interaction *être blessé* sur celui-ci (spécifié par l'étiquette *blesse*).

```
Tireur =
    V = {nbBalles}
    C =
      [Action] tire =
            sigma = tirer
            g(V) = {nbBalles>0}
            a(V) = {nbBalles=nbBalles-1}
            lambda = blesse!
Passant =
    V = {pdv}
    C =
      [Action] estBlesse =
            sigma = estBlesse
            g(V) = {hp > 0}
            a(V) = {hp=hp-10}
            lambda = blesse?
```

La conversion en automate des comportements impliqués est donnée à la figure 9.4.

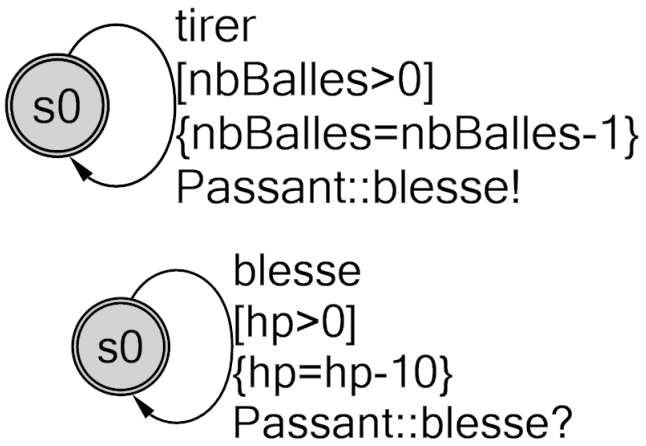


FIGURE 9.4 – Représentation de l'interaction*tirer* de *Tireur* et de l'interaction *blesse* de *Passant*.

#### 9.1.1.2 Conversion des actants en automates

A **partir des automates générés par les différentes formes d'actions** $\mathcal{C}$ d'un actant, il est possible de constituer son automate. Celui-ci est réalisé par **la composition synchronisé** de l'ensemble des comportements de l'actant. En effet, en plus de l'exhaustivité du produit asynchrone,

nous devons prendre en compte les interactions qui pourraient se synchroniser dans l'actant.

**Définition 9.1.1.8** (***Composition des comportements d'un actant***) L'automate d'un actant, noté $\mathcal{P}$, est produit par la composition synchronisé de l'ensemble des comportements $\mathcal{C}$ de cet actant. $\mathcal{P}$ est ainsi défini de la manière suivante :

$\forall c_0, c_1, c_2, \ldots, c_i \in \mathcal{C}, \mathcal{P} = (((c_0 \times_s c_1) \times_s c_2) \times_a \cdots \times_s c_i)$ avec $\times_s$ la fonction de produit synchronisé définie dans la section 8.2.

Il est à noter que les actions opposées sont traitées en dernier dans ce produit, il est en effet nécessaire que les actions auxquelles elles s'opposent soit tout d'abord créées.

**Exemple 9.1.1.6** (***Production de l'automate d'un actant***)

Ainsi, le produit synchronisé $\mathcal{P}$ de l'actant *cavalier* produit l'automate de la figure 9.5.

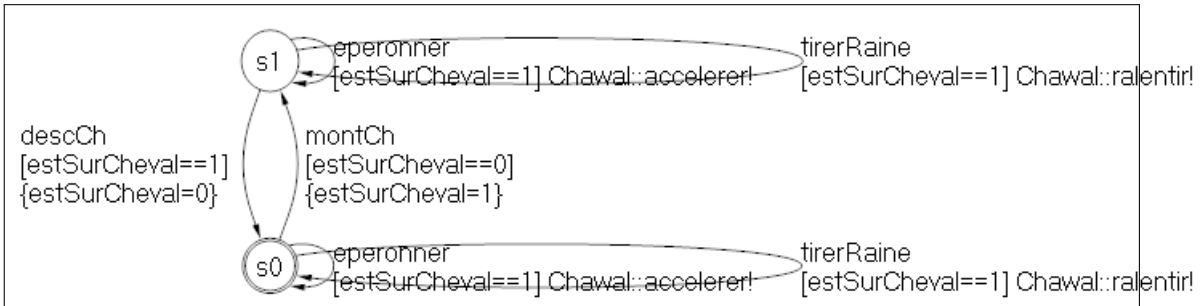


FIGURE 9.5 – Représentation du produit synchronisé $\mathcal{P}$ de l'actant cavalier.

#### 9.1.1.3 Situations

La déclaration des actants et de leurs comportements permet de connaître **l'ensemble des événements qui peuvent apparaitre lors du récit**. Il est nécessaire de restreindre cet ensemble global d'événements en un cadre borné avant d'en faciliter la manipulation. Nous avons introduit ce cadre dans notre modèle abstrait sous la forme des **situations**. Celles-ci permettent de définir **la mise en relation d'un certain nombre d'actants**, et de réguler les séquences d'événements qui s'y produisent. Nous reprenons ici la situation telle que définie dans notre modèle abstrait :

**Définition 9.1.1.9** (***Situation***) Une situation est définie par un n-uplet :

- $\mathcal{A}' \subseteq \mathcal{A}$ : un sous-ensemble d'actants, impliqués dans la situation. Ces actants sont aussi nommés **paramètres** de la situation.
- $C(\mathcal{A}')$ : un ensemble de pré-conditions sur les actants passés en paramètre

A partir des actants, nous allons créer le dernier ensemble définit, pour les situations, dans notre modèle abstrait : les règles d'ordonnancement. Ainsi, à partir des automates individuels de chaque

actant paramètre, nous composons l'automate de la situation, par produits synchronisés successifs. Dès lors, il est possible de proposer l'automate de cette situation par composition des automates des actants paramètres :

**Définition 9.1.1.10** (***Automate d'une situation***) L'automate d'une situation, noté $\mathcal{Q}$, est le produit synchronisé itératif des comportements des actants de $\mathcal{A}'$ (représentés par le produit $\mathcal{P}$ de ces derniers). Ce produit est défini de la manière suivante :

$\forall \mathcal{P}_i \in \mathcal{A}'_i$, $\mathcal{Q} = (((\mathcal{P}_0 \times_s \mathcal{P}_1) \times_s \mathcal{P}_2) \times_s \cdots \times_s \mathcal{P}_i)$, $\times_s$ étant la fonction de produit synchronisé défini dans le chapitre 8.

**Exemple 9.1.1.7** (***Situation dans Red Dead Redemption***)

Ainsi la situation mettant en relation un cavalier et un cheval permet la synchronisation de leurs automates respectifs et plus particulièrement des interactions *eperonner/accelerer* et *tirerRene/ralentir*. L'automate de cette situation est représenté à la figure 9.6

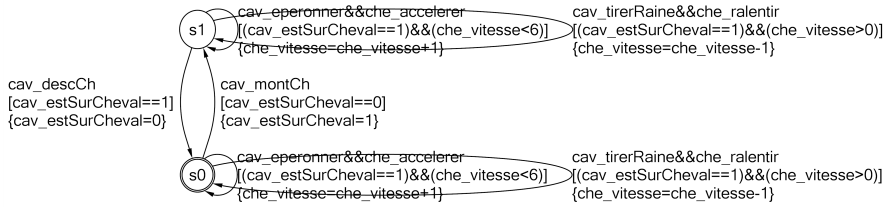


FIGURE 9.6 – Représentation de la situation mettant en relation un Cavalier et un Cheval.

Une situation, telle que nous venons de la définir, permet l'occurrence **de l'ensemble des comportements des actants impliqués**. Or, il peut s'avérer nécessaire de restreindre cet ensemble de comportements dans le cadre de l'exécution d'une situation spécifique. Prenons pour exemple, un dialogue entre deux actants alliés. Dans ce cadre, nous souhaitons qu'il soit impossible à chacun d'entre eux de déclencher l'interaction de tir. **La supervision de la situation** par application d'une spécification des comportements acceptables tel que nous l'avons définie au chapitre 8, permet de **restreindre l'automate de la situation aux séquences souhaitées.** De plus, nous avons également abordé le contrôle du récit par quantificateurs. Pour réaliser celui-ci, nous devons définir des quantificateurs et leurs objectifs. Nous introduisons donc une nouvelle situation : la situation supervisée. Celle-ci autorise l'ajout d'une spécification de supervision et la définition de quantificateurs.

**Définition 9.1.1.11** (***Situation supervisée***) La situation supervisée est définie par :

- $\mathcal{S}$ : une situation
- $U$ : une spécification de supervision ;
- $S$ : un ensemble de quantificateurs. Les quantificateurs sont définis par :
  - $f(V)$ : fonction de calcul de la valeur du quantificateur. Celle-ci est basée sur le vecteur d'état des actants de la situation ;
  - $o(V)$ : fonction retournant les valeurs acceptables pour le quantificateur.

L'automate de la situation supervisée est dès lors défini par :

**Définition 9.1.1.12** (***Automate d'une situation supervisée***) L'automate d'une situation supervisée, noté $\mathcal{Q}'$, est le résultat de l'application de l'algorithme de supervision tel que,

$\mathcal{Q}' = \mathcal{Q} \times_{sup} U$ où $\times_{sup}$ est l'algorithme de supervision menant à l'obtention du système bouclé.

Il est à noter que nous ne formalisons pas les quantificateurs dans notre modèle à base d'automates. Ceux-ci restent dans le modèle haut-niveau et seront traités directement par notre système de supervision.

**Exemple 9.1.1.8** (***Supervision d'une situation***)

La situation précédemment exposée, mettant en relation un cavalier et son cheval, peut-être supervisée pour empêcher le cavalier d'accélérer ou bien de ralentir. La figure 9.7 présente le produit $\mathcal{Q}$de cette situation supervisée et de la spécification permettant cette supervision.

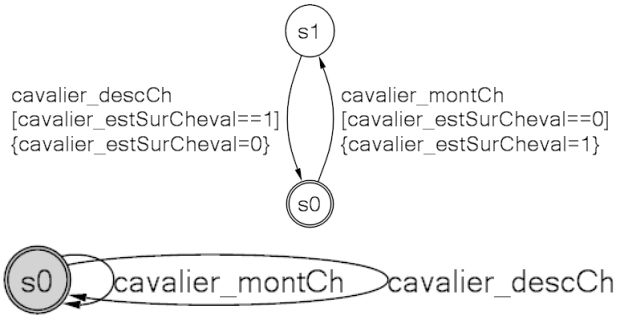


FIGURE 9.7 – Représentation de l'automate de la situation mettant en relation un *Cavalier* et un *Cheval* supervisé (en haut) par une spécification restreignant les accélérations et décélérations (en bas).

### 9.1.2 Histoire

L'histoire est une étape supplémentaire depuis la structure narrative vers le récit. Elle permet d'**instancier la structure narrative dans une diégèse** particulière en donnant corps aux actants. Ainsi les **actants** sont instanciés dans des **acteurs** et les **situations** laissent la place à des **scènes**, qui n'acceptent plus des actants en paramètres, mais des acteurs.

**Définition 9.1.2.1** (***Histoire***) Une histoire est définie par :

- $N$ : la structure narrative dont est issue l'histoire ;
- $\mathcal{B}$ : un ensemble d'acteurs ;
- $\mathcal{T}$ : un ensemble de scènes ;

L'histoire est avant tout basée sur **la structure narrative** $N$ dont elle utilise les actants et les situations. Les actants vont permettre de déclarer les acteurs de l'histoire, $\mathcal{B}$, comme une aggrégation d'actants.

**Définition 9.1.2.2** (***Acteur***) Un acteur est défini par :

– $\mathcal{A}''$ : un ensemble d'actants issus de $\mathcal{A}_N$, avec $N$ la structure narrative dont l'histoire est tirée ;

La conversion d'un acteur en automate est alors la composition asynchrone de l'ensemble des automates des actants implémentés

**Définition 9.1.2.3** (***Automate d'un acteur***) L'automate d'un acteur, nommé $\mathcal{R}$, est le produit asynchrone de l'ensemble des automates $\mathcal{P}_i$ des actants de $\mathcal{A}''$.

**Exemple 9.1.2.1** (***Acteurs dans Red Dead Redemption***)

En utilisant la structure narrative définie précédemment, nous créons deux acteurs, *John Marston*, le héros de *Red Dead Redemption*, et Roger, son cheval. *John Marston* implémente les actants de *cavalier* et de *tireur*, alors que Roger implémente l'actant *cheval*.

```
John =
    A'' = {Tireur, Cavalier}
Roger =
    A'' = {Cheval}
```

L'automate de l'acteur John est présenté à la figure 9.8.

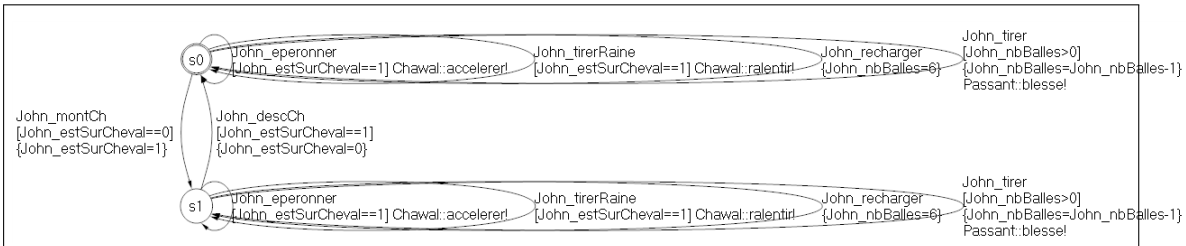


FIGURE 9.8 – Représentation de la situation mettant en relation un Cavalier et un Cheval.

$\mathcal{R}$ définit **l'ensemble des comportements que peut effectuer l'acteur**. Par composition des automates des actants implémentés,cet automate, modélise donc **l'ensemble des actions et interactions que peut accomplir un acteur**. Les acteurs sont ensuite utilisés dans les scènes pour remplir les paramètres. Les acteurs possibles pour un paramètre dépendent de l'actant paramètre déclaré dans la situation : seul un acteur implémentant cet actant peut être utilisé.. Les scènes sont les cadres narratifs de l'histoire. Elles étendent les situations en n'utilisant non plus des actants en paramètres, mais des acteurs.

**Définition 9.1.2.4** (***Scène***) Une scène est définie par un n-uplet :

- $s \in \mathcal{S}$ : une situation référence de la scène ;
- $\mathcal{B}'$ : un ensemble d'acteurs tels que $\forall a \in \mathcal{A}'(s), \exists b \in \mathcal{B}' où\, a \in \mathcal{A}''(b)$. Ainsi chaque actant déclaré en paramètre de $s$ est réalisé par l'utilisation d'un acteur implémentant cet actant.

L'automate d'une scène est directement issu de l'automate de la situation $s$ dont il hérite :

**Définition 9.1.2.5** (***Automate d'une scène***) L'automate d'une scène, noté $\mathcal{O}$, est une instanciation de l'automate $\mathcal{R}$ de $s$, où les étiquettes des actants sont préfixées par les identifiants des acteurs sélectionnés.

**Exemple 9.1.2.2** (***Attribution des acteurs aux scènes***)

Les acteurs *John* et *Roger* peuvent être mis en relation dans une scène issue de la situation que nous avons explicité dans l'exemple précédent. Cette scène est représentée à la figure 9.9.

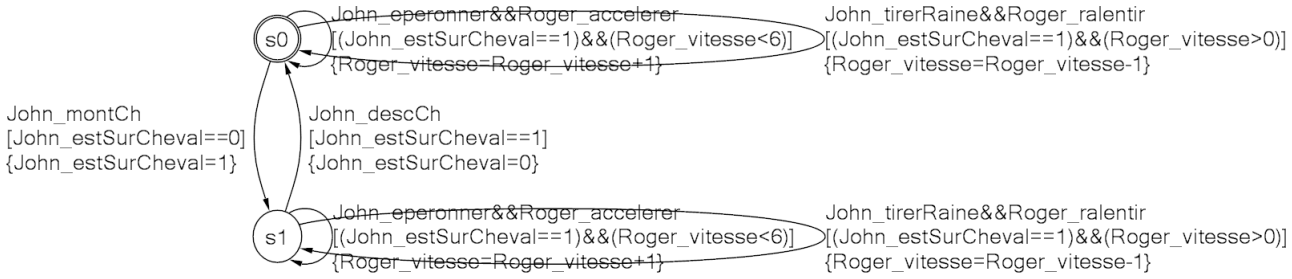


FIGURE 9.9 – Représentation de la situation mettant en relation un Cavalier et un Cheval.

### 9.1.3 Séquence narrative

**La création de la séquence narrative** est la dernière étape de la définition d'un récit inachevé. A partir des **scènes** déclarées dans l'histoire, la séquence narrative définit les ordonnancements possibles de celles-ci au sein des futurs récits. Dans la séquence narrative, les scène sont encapsulées dans une entité : le *Jalon*. Cette sur-couche permet de spécifier les éléments nécessaires à la réalisation de la séquence narrative.

Le récit inachevé est donc issu d'une histoire particulière et est défini ainsi :

**Définition 9.1.3.1** (***Séquence narrative***) La séquence narrative est définie par un n-uplet :

- $H$ : l'histoire dont est tiré ce récit . ;
- $\mathcal{M}$ : un ensemble de Jalons

Les jalons correspondent aux unités narratives du récit inachevé. Un jalon, en plus d'inclure **la séquence narrative locale** proposée par une scène, permet la gestion de la séquence narrative globale : l'enchainement des scènes. Ainsi, un jalon fait référence à d'autres Jalons qui sont **ses successeurs possibles**. Cette mise en relation créée une arborescence narrative, et est conditionné par un ensemble de contraintes sur les paramètres $\mathcal{B}'$de la scène qu'il représente. En cela nouso reprenons notre modèle abstrait. Cependant, nous augmentons l'entité Jalon en ajoutant une notion de contrainte. Comme pour les transitions, ces conditions permettent de conditionner l'utilisation du jalon par une valuation particulière du vecteur d'état global.

**Définition 9.1.3.2** ( ***Jalon***) Un jalon est défini par un n-uplet :

- $sc \in \mathcal{S}_H$ : une scène ;
- $\mathcal{C}$ : un ensemble de contraintes ;
- $\mathcal{E} \subseteq P$ : un ensemble de Jalon successeurs.

Les contraintes permettent donc de **limiter l'accès** à un jalon particulier en fonction **du vecteur d'état** $\mathcal{V}$ des acteurs paramètres de la scène associée $s$. Ainsi une jalon peut être accessible, car déclarer comme successeur du jalon courant, mais invalide, étant donné l'état des acteurs. Une contrainte s'applique à un acteur paramètre en particulier.

**Définition 9.1.3.3** (***Contrainte***) Une contrainte est définie par un n-uplet :

- $b \in \mathcal{B}'_{sc}$ : un acteur de la scène référencée ;
- $g(\mathcal{V}_b)$ : une contrainte sur le vecteur d'état de $b$.

Le jalon ne définit pas d'automates particuliers. Lorsqu'il est activé, c'est l'automate de la scène incluse qui est utilisé. La définition des jalons nous permet de proposer aux auteurs la définition de contraintes différentes sur les scènes au cours du récit. Nous évitons ainsi à l'auteur de définir plusieurs fois des scènes identiques où seuls les conditions varieraient.

**Exemple 9.1.3.1** (***Exemple de séquence narrative***)

En utilisant les scènes précédemment définie, nous créons un récit inachevé les mettant en relation. Ce récit inachevé peut-être vu à la figure 9.10. Le Jalon *p1* représente la racine du récit inachevé et est donc nécessairement la première scène narrée. La fin de cette scène offre une alternative dans le récit, le déroulement de *cav1* ou de *car1*. Le Jalon sélectionné lors de ce choix peut-être fonction de plusieurs paramètres :

- Les contraintes sur les Jalon succédant à p1 peut empêcher l'une ou l'autre d'être sélectionnée ;
- Si plusieurs Jalon sont accessibles, alors une décision doit être prise :
  - Par le joueur ;
  - Par l'interprète en fonction de critères de qualité narrative.

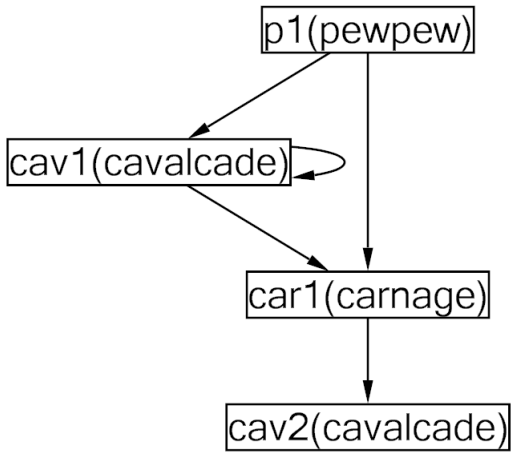


FIGURE 9.10 – Représentation du récit inachevé.

## Conclusion

Le modèle de haut-niveau que nous proposons permet de **rendre accessible la modélisation par automates** aux auteurs. A partir du modèle abstrait de récit inachevé, nous avons ainsi ajouté les éléments nécessaires à atteindre notre objectif : convertir ce modèle en automates. Cette **conversion** de modèle à modèle est assurée par **un ensemble de règles**. Basées sur les algorithmes de composition que nous avons vus dans le chapitre précédent, celles-ci permettent de composer l'automate de chaque entité à partir de ses parties constituantes. Ainsi, en partant **des comportements qui définissent des morceaux atomiques d'automates**, nous remontons ensuite dans les conteneurs pour constituer les automates des actants, puis ceux des situations les mettant en jeu.

Après cette conversion horizontale, nous avons présenté une conversion verticale. **Les actants et les situations sont instanciés dans une histoire** afin de déclarer des acteurs et des scènes. Les automates des entités de l'histoire sont issus des entités de la structure narrative correspondante. Le mécanisme de ré-utilisation permet ainsi de définir **rapidement des acteurs** par implémentation d'actants. L'automate résultat est encore une fois la composition de automates des actants. Les caractères sont pourtant modifiées, entre ces deux niveaux, pour différencier les évènements des actants qui pourraient être implémentés par plusieurs acteurs. Nous appliquons le même principe aux scènes, qui héritent de l'automate calculé pour situation dont elle dépend. La dernière étape de la création de l'histoire est **l'affectation des acteurs aux paramètres des scènes**. Ceux-ci doivent respecter les actants déclarés dans les situations. pour être utilisé dans un paramètre défini par. Pour finir, l'auteur doit créer la séquence narrative. Les scènes définies sont encapsulées dans une entité nommée jalon. Celle-ci permet de créer l'affectation des acteurs aux paramètres des scènes•. Pour contrôler la navigation dans ce graphe, nous y ajoutons des pré-conditions.

Avec la définition de ce modèle haut-niveau, **nous terminons ici notre étude du récit inachevé.** Depuis l'analyse de la narratologie, en passant par l'œuvre en mouvement, le modèle abstrait de récit inachevé et la définition du modèle à base d'automates nous combinons dans celui-ci l'ensemble des composants identifiées pour le récit inachevé :

- **Le contenu** : les évènements du récit sont modélisés par la définition des actants et des acteurs ;
- **Les règles d'assemblage** : la constitution de cadres narratifs locaux, les scènes et les situations, permet d'isoler la complexité d'expression du langage reconnu par le récit inachevé. Cette défi-

nition est assistée de deux mécanismes issus des automates : la supervision et les quantificateurs.

De plus, nous proposons un formalisme adapté à la modélisation de récits. A partir de **concepts et d'entités connus des auteurs**, nous leur permettons de représenter efficacement un récit inachevé. Ainsi les mécanismes d'héritage et d'implémentation proposés permettent de **mutualiser les efforts de déclaration**. Ce modèle haut-niveau est ensuite **converti en modèle à base d'automates**. C'est avec ce dernier modèle que nous allons maintenant clôturer la seconde partie de notre étude sur la narration interactive et le récit en mouvement : l'interprétation du récit en mouvement par le spect-acteur . Nous présentons dans la section suivante notre architecture logicielle pour la supervision de la représentation d'une application interactive.

## 9.2 Superviseur multi-agents de narration interactive

La mise à disposition d'un modèle de récit inachevé nous permet maintenant d'aborder la deuxième partie de l'œuvre en mouvement : **la représentation**. L'interprète y manipule le récit inachevé pour créer, sous l'impulsion du joueur, le récit final. **Les mécanismes de l'interprétation sont donc pour partie fonction de la forme du récit inachevé**. Pour l'autre partie, il s'agit de l'observation et l'analyse des instructions du public. Dans cette section nous présentons donc notre proposition de système de supervision pour la mise en œuvre de la narration interactive. Utilisant les automates et leurs méthodes de vérification et de contrôle, notre interprète prend en charge **le maintien du récit dans le cadre définit par l'auteur**.

Nous avons introduit, dans le chapitre 5, le rôle de l'interprète dans le processus de représentation lors de la réalisation de l'œuvre en mouvement. Celui-ci a en charge **la production de l'œuvre en mouvement**, **la création du contenu de l'œuvre finale**, et sa synthèse. Nous avons étendu le principe d'interprète pour inclure le public lors de la phase de représentation. Dès lors l'interprète ne produit plus seul, **il partage cette tâche** avec le public. La boucle de communication qui se crée entre ce dernier et l'interprète nous a permis de présenter le rôle de spect-acteur. Ainsi, le public transmet des informations à l'interprète qui lui permettent d'adapter le contenu synthétisé. Nous avons alors identifié les étapes de cette communication pour l'interprète : la perception, l'analyse, la décision et l'action.

Lors de l'instanciation de ce concept dans notre cadre d'étude, la narration interactive et plus précisément le jeu vidéo, nous avons réduit ces étapes à trois :

- **La contextualisation** : la conversion des actions et informations de l'utilisateur en évènement, une action pouvant être associée à plusieurs évènements dans l'univers virtuel ;
- **L'analyse** : l'interprète traite les informations qu'il reçoit vis-à-vis du récit inachevé et en récupère les évènements autorisés ) ;
- **La décision** : l'interprète choisi le prochain évènement parmi ceux disponibles.

Nous avons identifié dans le jeu vidéo la résolution d'une partie de ces problématiques. En plus de permettre la communication avec le joueur, via les interfaces du média numérique et au contenu multimédia qui est produit, **le jeu vidéo contextualise les informations qu'il reçoit.** Dès lors, l'interprète ne doit plus qu'observer les évènements produits dans le théâtre numérique. Mais cette prise en charge des étapes de perception et d'action ne résout pas pour autant l'ensemble des problématiques. Les étapes d'analyse et de décision sont ainsi du ressort de l'interprète. Celui-ci a en effet accès au récit inachevé et est donc à même de contrôler la représentation.

C'est donc à partir de notre **modèle de récit inachevé,** contenant **le modèle haut-niveau et sa conversion en automates**, que nous allons définir notre système d'interprétation. Celui-ci est basé

sur une architecture multi-agents dans laquelle nous avons réparti les différentes fonctionnalités à traiter. Ainsi, nous définissons trois agents (cf. figure 9.11).

- **L'agent observateur** : en charge de la communication avec l'application interactive, il filtre également les évènements reçus ;
- **L'agent scénariste** : responsable du maintien à jour du récit inachevé à partir des évènements reçus, il est également affecté aux tâches de manipulation telles que la recherche de chemin ou la manipulation dynamique du modèle (dans notre cas les compositions d'automates) ;
- **L'agent directeur** : surveille l'état du récit et déclenche des évènements de scénarisation si nécessaire.

Nous détaillons le fonctionnement de ce système multi-agents dans cette section. Nous débutons par présenter **l'agent observateur**. Celui-ci prend en charge la communication avec l'application tierce. Ainsi, il dispose de sondes placées dans le théâtre numérique qui lui permettent de récupérer les évènements qui s'y produisent. Cette information est ensuite remontée au superviseur via **un protocole de communication**. **L'agent observateur** transmet alors cet évènement à l'agent scénariste si cet évènement est dans l'alphabet reconnu par le récit inachevé. L'agent analyste quant à lui va tout d'abord **vérifier** cet évènement. A partir du récit inachevé, il détermine si l'évènement peut se produire ou non. Si l'évènement est possible, celui-ci est validé et renvoyé à l'application interactive pour exécution. Mais nous allons voir que l'agent scénariste a également en charge l'ensemble des tâches liées aux opérations sur le modèle, comme la construction dynamiques de contextes narratifs, ou encore la recherche de chemins. Celles-ci sont demandées par l'agent réalisateur. En effet, celui-ci observe l'état du récit inachevé et, en cas de défaillance, tente de le replacer dans le cadre proposé.

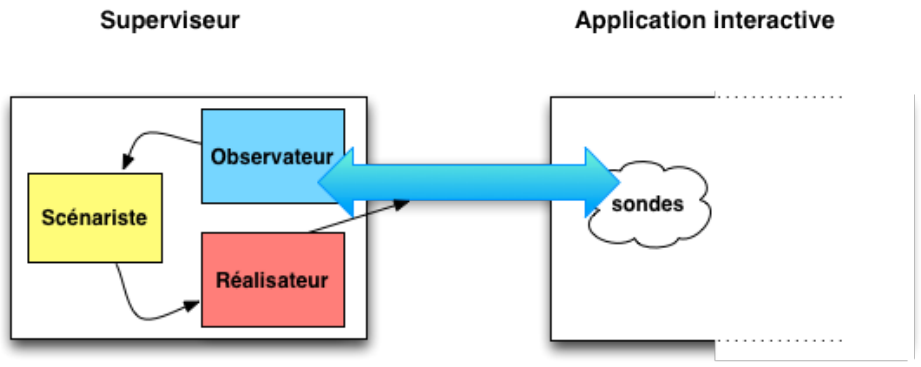


FIGURE 9.11 – Architecture logicielle de notre système de supervision multi-agents.

### 9.2.1 Agent Observateur

Le premier agent que nous allons présenter est l'agent **observateur**. C'est par lui que les évènements entre dans notre superviseur. Nous avons choisi de proposer ce superviseur sous la forme d'une application tierce autonome**. La communication avec les applications interactives se fait par Socket** et permet l'échange des messages et des commandes nécessaires à la réalisation de la narration interactive. L'observateur est cependant double, une partie de ses mécanismes sont **déportés dans l'application supervisée**. En effet, l'observateur prend en charge l'acheminement des messages jusqu'au agents scénariste et réalisateur.

Ainsi l'agent **observateur** propose tout d'abord **des sondes** qui vont être placées dans l'univers

virtuel, dans notre cas le jeu vidéo. Celles-ci vont intercepter les évènements qui se produisent et les transférer, via un protocole spécifique, vers le superviseur. Mais l'observateur n'est pas uniquement présent dans l'application à contrôler, il est aussi présent dans le superviseur. Ainsi, en plus de traiter les unités du protocole de communication, il va **filtrer les évènements** qui sont hors de la portée du récit inachevé, qui ont été jugé comme n'impactant pas le récit et donc non supervisé.

#### 9.2.1.1 Sondes

Les architectures logicielles peuvent le plus souvent être représentées par un système modèle-vue-contrôleur (MVC). Cette classification permet d'isoler les fonctionnalités d'un logiciel. Nous utilisons ce pattern pour expliquer l'observation que nous mettons en place :

- Le modèle prend en charge **le traitement des données** de l'application ;
- La vue, présente les information et **transmet les actions de l'utilisateur** ;
- Le contrôleur est l'intermédiaire entre les deux parties précédentes : il réalise les traitements des évènements utilisateurs, manipule les données et modifie l'affichage si nécessaire.

Comme nous l'avons déjà cité, nous déportons une partie de notre superviseur dans l'application tierce. **L'agent observateur instrumente** ainsi le théâtre numérique (cf. figure 9.12) pour observer les évènements produits et transmettre les indications du système expert. Les sondes sont donc dépendantes des technologies employées dans l'application cible et **des mécanismes prévus pour écouter les évènements**.

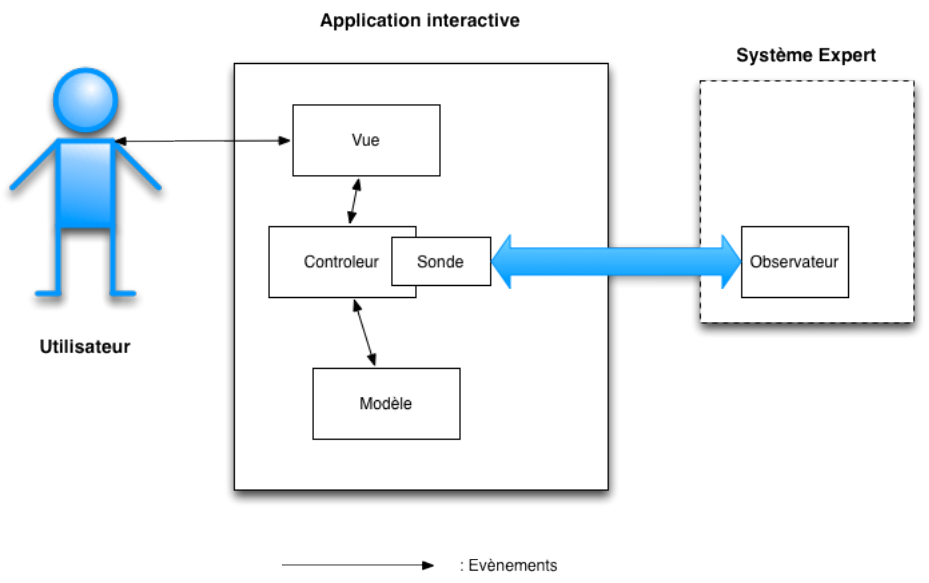


FIGURE 9.12 – Architecture logicielle pour l'asservissement d'applications interactives.

Les sondes reçoivent des informations en provenance du théâtre virtuel, l'univers virtuel dans le cas du jeu vidéo, et interagissent avec le contrôleur pour déclencher les traitements, ou non, en fonction des autres agents**. Cette interconnexion ne peut se faire sur tous les évènements de l'application**. La supervision du récit produit doit-être envisagée dès les premières phases de développement, puisque celle-ci va impacter l'ensemble des processus de décision. En effet**, ce n'est plus le contrôleur seul qui prend les décisions**, quand il s'agit des évènements du récit,

ceux-ci sont traités par notre système superviseur. Le contrôleur ne doit alors que déclencher les instructions qu'il reçoit et qui ont été autorisées.

Cette première fonctionnalité de l'agent observateur est indispensable : elle permet d'approvisionner notre système de supervision en évènements et ainsi de déclencher les traitements selon les instructions du récit inachevé.

#### 9.2.1.2 Communication avec l'application interactive

La seconde responsabilité de l'agent observateur est **le transfert des informations depuis l'application interactive vers le superviseur**. Ces échanges d'information ne concernent pas que les évènements qui sont produits. En effet, le superviseur et l'application ont besoin également d'échanger d'autres informations. Nous avons ainsi identifié deux types de messages pour ce protocole :

- **Les données** : il s'agit là de la remontée des évènements produits ;
- **Les commandes** : contrôle des interactions entre l'application et le superviseur.

Ainsi, dans le cadre d'une supervision, l'**observateur** va remonter des messages, de types données, contenant chacun l'identifiant d'un évènement : les messages associés aux évènements qui se sont déjà produits dans l'univers virtuel. La réception d'un tel message par le superviseur déclenche, comme nous allons le voir, les traitements de **mise à jour du modèle par le scénariste**. Mais les messages peuvent également être des commandes. Celles-ci permettent de gérer le cycle de vie de la supervision et le processus d'autorisation des évènements. Nous avons besoin de trois commandes pour effectuer la supervision :

- **Chargement** : l'application interactive demande au superviseur de charger un récit inachevé contenu dans les paramètres. Cette commande permet également de remettre à zéro la supervision en réinitialisant le modèle.
- **Question** : l'application interactive souhaite explicitement une autorisation de cet évènement, celui-ci ne s'est pas encore produit, mais sont déclenchement a été demandé dans l'univers virtuel. Cet évènement ne sera pas réalisé tant sur le superviseur ne valide pas ce choix ;
- **Réponse** : Cette validation passe par une commande de type réponse. Celle-ci contient l'évènement qu'il a été demandé de vérifier ainsi que la décision du superviseur : autorisation ou rejet. La réception d'un message de type réponse par l'application interactive déclenche un message de type donnée quelques instants plus tard : l'évènement s'est produit et il est donc nécessaire de mettre à jour le modèle.

Ces messages transitent via les sockets établies par l'agent observateur. Le protocole de communication est ainsi géré de bout en bout par le superviseur, même si une partie de celui-ci est présente côté application interactive.

#### 9.2.1.3 Filtre des évènements

Le dernier rôle de l'agent observateur est le filtrage des évènements. Ainsi, nous avons vu que **l'ensemble des évènements ne peuvent et ne doivent pas être supervisés**. Il s'agit, le plus souvent , d'évènements de gameplay qui sont non-significatif pour le récit. Ceux-ci sont donc **retirés du traitement** pour ne pas déclencher des opérations inutiles, et sans effets sur la structure du récit. Ainsi, les évènements qui arrivent à l'agent observateur sont comparés à l'alphabet du récit

inachevé. Si l'évènement n'apparait pas dans la liste des évènements supervisés, **alors le message est ignoré**, ou bien si il s'agit d'une question explicite, automatiquement acceptée.

Les fonctionnalités de l'observateur concernent donc **la collecte**, **la transmission** et **la préparation des évènements** qui vont être soumis au superviseur. Il offre également un point de communication privilégié avec l'application interactive, nous verrons que l'agent réalisateur l'utilise pour transmettre ses directives. Mais avant de déclencher des évènements, notre système multi-agents doit d'analyser l'évènement **vis-à-vis du modèle de récit** inachevé et prendre une décision. Nous allons maintenant présenter l'agent scénariste qui est responsable du maintien à jour de ce modèle.

### 9.2.2 Agent Scénariste

Les évènements qui sont remontés par l'agent **observateur** depuis l'univers virtuel à surveiller sont transmis à l'agent scénariste. Celui-ci, effectue des traitements différents si il s'agit d'une donnée, un évènement qui s'est produit et qu'il faut répercuter sur le modèle, ou bien, d'une question, nécessitant la vérification de l'évènement demandé vis-à-vis du récit inachevé. Cependant, l'agent scénariste à d'autres fonctions. **En interaction directe** avec le récit inachevé, il est une ressource pour le contrôle : il offre un ensemble de **services sur le modèle** à destination des autres agents, notamment l'agent directeur. En effet, le scénariste en plus de valider et de maintenir le modèle, possède les mécanismes d'exploration de la séquence narrative, afin de rechercher **les chemins satisfaisants** à certaines propriétés.

Nous présentons tout d'abord l'interprète dans son interaction avec le récit inachevé. Celui-ci, chargé sous la forme d'un modèle de haut-niveau, **doit-être converti dynamiquement en automate**. Ainsi, et en utilisant les règles de conversion que nous avons présenté précédemment, dans la première partie de ce chapitre, l'agent scénariste génère les automates des scènes qui sont sélectionnées. Nous abordons ensuite la **vérification** et le **maintien** à jour du modèle. Cette tâche concerne à la fois les évènements reçus dans les messages de type de donnée, ce qui déclenche le tir de la transition correspondante dans le modèle, et les commandes question, qui demandent validation d'un évènement avant de le déclencher. Nous terminons notre présentation de l'agent scénariste par la mise en œuvre des méthodes de contrôle sur les automates présentées dans le chapitre 8.

#### 9.2.2.1 Construction dynamique du modèle à automates

**Le récit inachevé est produit par l'auteur** avec notre modèle de haut-niveau. Il n'est pas nécessaire de générer l'ensemble des automates hors-ligne, puisque ceux-ci peuvent être calculés à partir du modèle haut-niveau. L'agent scénariste charge donc ce modèle et, selon le cours de la narration interactive, **convertit les acteurs en automates et compose les scènes à partir de ceux-ci.** Le vecteur d'états global du récit est quand même maintenu d'un automate à l'autre, au gré des changements, afin de garantir la continuité de la narration interactive. Les automates ainsi générés deviennent les modèles à respecter pour la création du récit en mouvement.

#### 9.2.2.2 Vérification et Maintien à jour du modèle

Les rôles principaux de l'agent scénariste sont **le maintien à jour du modèle**, et **l'acceptation des caractères** en provenance de l'application supervisée, par rapport au mot, au récit, déjà pro-

duit. Ces étapes se font selon deux modalités parallèles : **d'une part au travers de messages de données envoyés** par l'agent observateur, dénotant un évènement qui s'est produit et qui doit-être répercuté dans le modèle, et d'autre part par **les commandes questions qui demandent une autorisation de la production d'une évènement** du récit dans l'univers virtuel.

La première partie de cette fonctionnalité est assez directe : l'agent scénariste reçoit un message en provenance de l'observateur. Ce message est la confirmation, l'accusé d'exécution, d'une action dans l'univers virtuel. Afin de garder **le modèle synchronisé avec l'application interactive**, il est nécessaire de reporter cet évènement dans le modèle. Lors du franchissement de la transition étiquetée par le caractère transmis, l'état courant de l'automate devient l'état cible de la transition et les affectations sont appliquées au vecteur d'états. **Cette mécanique est maintenue tant que des évènements sont disponibles**. Dès qu'un état final est atteint, ou qu'aucun évènement n'est disponible, le scénariste synthétise l'automate sous la direction de l'agent réalisateur.

Mais avant d'être déclenchés dans les récits, les évènements ont besoin d'être autorisés. En effet,un évènement peut être possible pour le joueur, il effectue les actions sur ses interfaces pour le réaliser, **mais peut être refusé** par le superviseur car non accessible depuis l'état courant du modèle. Ces échanges sont effectués par les messages de type **commande**. L'application interactive envoie des **questions** au superviseur qui répond par l'affirmative ou la négative. Une réponse positive entraine le déclenchement de l'évènement, ou son autorisation si il s'agit d'un évènement joueur. **La confirmation d'exécution** de l'action remonte à l'agent scénariste sous la forme d'un message de donnée portant l'étiquette de l'évènement. Ainsi cette étape est **la validation du mot formé par le récit** par utilisation d'un modèle abstrait du récit inachevé. L'application interactive transmet le caractère suivant du récit, et **celui-ci est validé ou non par le scénariste**. Ce caractère est associé au mot en cours de construction, au travers de l'état courant de l'automate et surtout de ces variables. **Ainsi, le modèle vérifie que le mot en cours de formation respecte bien les règles d'assemblage spécifiées par l'auteur.**

#### 9.2.2.3 Recherche de chemins

L'agent scénariste possède également des services à usage interne du superviseur. C'est en effet dans celui-ci que se trouve les mécaniques exploitant **les propriétés des automates** et **les méthodes de vérification associées**. L'agent scénariste est ainsi en mesure de fournir des chemins vérifiant des requêtes d'accessibilité. Celles-ci sont effectuées par l'agent réalisateur, comme nous allons le voir, lorsqu'il est nécessaire de ramener le récit dans les bornes de qualité imposées par l'auteur.

L'agent scénariste peut ainsi effectuer **des requêtes d'accessibilité** sur le modèle afin de trouver **les chemins menant à un certain état,** ou bien encore à la satisfaction d'une propriété. Ainsi, en utilisant **une requêtes d'accessibilité**, telle que définie dans le chapitre 8.2, le scénariste propose une trace, un chemin à effectuer pour atteindre cet état.

**L'agent scénariste** est avant tout responsable du récit inachevé. Il manipule celui-ci depuis sa modélisation haut-niveau, et **converti** à la volée ses entités en automates. Lors de l'exécution du récit en mouvement, **il garantit la séquence narrative** imposée par l'auteur en vérifiant les évènements qui sont proposés à la réalisation par l'application supervisée. Si celui-ci n'est pas définit, ou n'est pas accessible depuis l'état courant, son déclenchement est refusé. L'évènement est alors **inhibé** pour éviter de mettre le récit en construction dans un état d'erreur. En revanche en cas d'acceptation, celui-ci est **réalisé dans l'univers virtuel**. Lors de cette apparition effective de l'évènement, un autre message est transmis au scénariste, via l'observateur, **l'information de**

**la production de cet évènement**. Ce dernier met alors à jour le modèle en tirant la transition correspondante. Pour terminer, l'agent scénariste prend en charge **les calculs nécessaires sur le modèle d'automates**. Il offre ainsi un service de *model-checking* permettant à l'agent réalisateur de vérifier l'accessibilité d'un état vérifiant une propriété (une certaine valuation du vecteur d'états par exemple).

### 9.2.3 Agent Réalisateur

Pour achever la présentation de notre système multi-agents, et avant de conclure nos travaux, avec les résultats obtenus, nos devons définir le rôle de l'agent **réalisateur**. Celui-ci **prend en charge les différents niveaux de séquences narratives**, locales et globales, et les maintient dans les bornes définies par l'auteur. Cet agent n'intervient que lorsqu'il détecte une anomalie sur les quantificateurs, c'est à dire que la valeur d'un des quantificateurs est en dehors des objectifs fixés. A ce moment, il recherche le chemin ramenant le récit dans les bornes définies.

Pour ce faire il effectue **une requête d'accessibilité** auprès de l'agent scénariste, par exemple pour vérifier la propriété $q_1 = x$. La propriété qui doit être exprimée est alors : $\exists\diamond\ q_1 = v$. Cependant, et comme nous l'avons vu ; le chemin est retourné par le model-checker sous la forme **d'une trace de contre-exemple**. Ainsi, si nous souhaitons une trace de contre-exemple pour la propriété citée, il est nécessaire de prendre sa négative. Une propriété d'accessibilité devient alors une propriété de sureté : $\forall\Box\ !q_1 = v$. Ainsi, l'agent directeur souhaite que cette vérification échoue, afin que **la trace retournée montre le chemin vers l'état cible**. Concernant la recherche de chemins, la répartition des rôles entre l'agent réalisateur est le scénariste est ainsi faites :

- L'agent réalisateur surveille les quantificateurs et créé la propriété à vérifier lorsqu'un état d'erreur est détecté ;
- L'agent scénariste effectue le model-checking selon cette requête et retourne la trace de contre-exemple.

Nous allons présenter le fonctionnement de l'agent réalisateur dans **les deux niveaux de séquences** que nous proposons. La figure 9.13 montre le fonctionnement global de l'agent réalisateur. Ainsi, celui-ci gère les deux niveaux de narration les uns après les autres. Nous allons tout d'abord voir la gestion de la séquence narrative globale. Celle-ci s'effectue par **recherche et élection du prochain jalon** dans la séquence narrative du récit en mouvement. Mais il est également nécessaires pour l'agent réalisateur de contrôler les séquences locales. Ainsi, les quantificateurs associés à une situation, et par dérivation à une scène, sont **constamment vérifiés** par rapport à leur objectif de valeur. Lorsqu'une différence est détectée, l'agent réalisateur prend alors les mesures nécessaires pour, depuis cet état mauvais en terme de qualité du récit, **rejoindre un état où l'ensemble des quantificateurs sont à une valeur acceptable**.

#### 9.2.3.1 Pilotage de la séquence narrative globale

Nous avons montré que notre superviseur, au travers de l'agent scénariste, charge et manipule un modèle haut-niveau du récit inachevé, avant de le convertir dynamiquement, en fonction de l'évolution du récit en mouvement, en automates. Le premier niveau de séquence narrative que nous observons est le niveau global. Celui-ci met en relation des jalons, sur-couche des scènes, dans **une relation d'ordre** permettant de représenter une arborescence de la séquence globale par rapport au **vecteur d'états** du récit en mouvement.

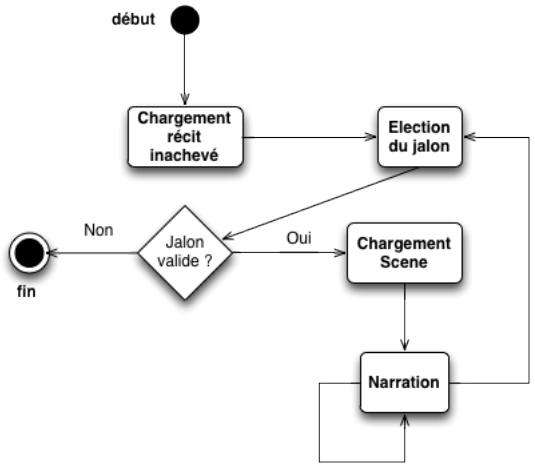


FIGURE 9.13 – Diagramme d'activité global de l'agent Réalisateur.

Le contrôle de la séquence narrative globale se fait selon la séquence représentée à la figure 9.14. Ainsi, si un jalon en cours d'exécution se termine, le réalisateur prend en charge la navigation dans la séquence narrative. Pour sélectionner le jalon suivant, le réalisateur dispose de deux leviers. D'une part, si définis, les **jalons successeurs** de celui courant sont examinés. Ainsi, les jalons valides sont regroupés dans un ensemble des comportements éligibles et le réalisateur effectue un choix dessus. D'autre part, la sélection du jalon suivant peut se faire par application des préconditions. Si l'auteur ne souhaite pas présenter de séquences narratives, il peut ne pas définir les liens entre jalons. La navigation dans le niveau global se faisant alors **par sélection successives des jalons de plus haut-niveau**, ne possédant pas d'ancêtres. Quelque-soit la méthode de constitution de l'ensemble des jalons éligibles, le jalon suivant est sélectionné dans cet ensemble.

#### 9.2.3.2 Contrôle des quantificateurs et de la séquence locale

Pour terminer notre revue des rôles des agents dans notre superviseur, nous devons aborder **le contrôle des séquences locales** par l'agent réalisateur. Lorsqu'un jalon a été élu, la scène qu'il encapsule devient active. Son automate est alors calculé par l'agent scénariste. L'agent directeur commence, à ce moment là, une **surveillance des quantificateurs** de la scène. Si ceux-ci sortent des valeurs imposées par leurs objectifs, le réalisateur lance alors **une recherche de chemin auprès de l'agent scénariste**. Ainsi, il lui transmet une requête de la forme $\forall\Box\, !quantificateur = objectif$. L'objectif étant alors d'obtenir une réponse négative de l'agent scénariste, signifiant ainsi qu'un chemin est possible pour ramener le quantificateur dans les valeurs de objectif. Cette réponse s'accompagne alors d'**une trace de contre-exemple**, spécifiant les évènements à réaliser pour y parvenir.

La figure 9.15 montre le diagramme d'activité du contrôle de la séquence narrative locale. L'agent réalisateur vérifie tout d'abord qu'il n'est pas nécessaire de retourner dans un contrôle de **la séquence globale**. En effet, si l'état courant du modèle est un état final, alors il est nécessaire **d'élire le prochain jalon** afin de continuer la production du récit. Si l'état n'est pas final, il surveille ensuite les quantificateurs. **Il compare ceux-ci à leur objectifs**. Ces calculs sont effectués avec les données présentent dans le modèle haut-niveau. Comme nous l'avons spécifié, les quantificateurs sont représentés dans celui-ci, mais ne sont pas converti dans un aspect particulier des automates. C'est donc **l'agent réalisateur qui prend en compte leur respect, et le calcul de leur valeur**

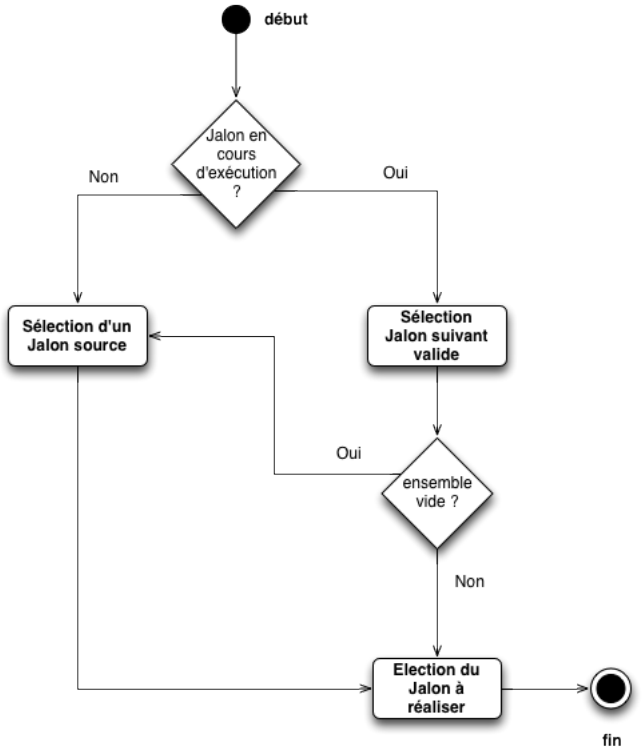


FIGURE 9.14 – Diagramme d'activité de l'élection d'un jalon.

vis-à-vis du vecteur d'états du récit en mouvement. Dès qu'un quantificateur sort de cet objectif, l'agent réalisateur essaie alors de rejoindre un état valide. Ce contrôle peut prendre deux aspects, si un chemin a déjà été calculé et qu'il est en cours de réalisation, l'agent directeur transmet **une commande d'exécution** du prochain évènement de ce chemin . Il s'agit là d'une commande réponse sans qu'une commande question ait été transmise. En revanche, si aucun chemin n'est en cours, **le calcul est réalisé**, en collaboration avec l'agent scénariste, pour obtenir la trace à réaliser.

**L'agent réalisateur est le métronome de notre système multi-agents de supervision** , il y décide la séquence narrative à produire en fonction des éléments qui lui sont transmis par les autres agents. **L'agent réalisateur est ainsi la fonction de décision** de l'interprète.

## Conclusion

Cette section nous a permis d'aborder **notre approche de l'interprète pour le récit en mouvement**. A partir du modèle de récit inachevé, celui-ci est en mesure d'observer, d'analyser et d'agir sur le récit en cours de production. Cette fonctionnalité est réalisée par **trois agents** se répartissant les tâches que nous avons identifié chez l'interprète. Ainsi l'agent observateur prend en charge l'**observation** *in situ*, la communication des évènements au superviseur et le filtrage des évènements non-supervisés. Les évènements apparaissant dans l'univers virtuel sont transmis à l'agent scénariste pour **le maintien à jour du modèle**. Celui-ci effectue aussi des requêtes de vérification à l'initiative de l'application supervisée. Enfin l'agent réalisateur permet le déroulement de la séquence narrative en prenant en charge **l'alternance des séquences locales et globales**.

Cette architecture multi-agents nous permet, associée à un jeu vidéo qui réalise certaines fonctionnalité de l'interprète telle que la contextualisation, ainsi de segmenter la complexité de la prise de

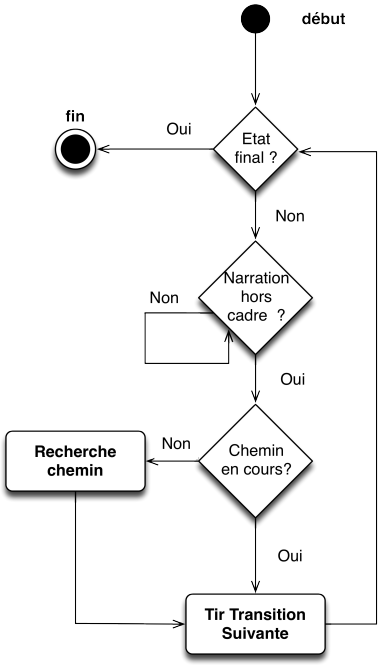


FIGURE 9.15 – Diagramme d'activité de la boucle de contrôle de la séquence locale.

décision.

## 9.3 Conclusion

Ce chapitre nous a permis de clôturer la présentation de nos approches. Tout d'abord, nous avons défini **notre modèle de narration interactive haut-niveau**. Celui-ci permet à un auteur **une définition efficace** des récits inachevés qu'il souhaite exprimer. Mais ce modèle est également orienté vers les automates. En effet, nous avons montré qu'une modélisation par automate du récit est **un moyen efficace de contrôle** : les outils associés aux automates permettent d'effectuer les calculs nécessaires à une telle tâche. Notre proposition de récit inachevé est donc composé **de deux modèles et d'une méthode de conversion**, dans le sens modèle haut-niveau vers automates. Cette conversion n'est possibles que par l'augmentation de notre modèle abstrait de récit inachevé présenté dans le paragraphe 7. En effet, la mise en œuvre des méthodologies propres aux automates, nécessite d'avoir accès à **une modélisation à base d'automates du procédé** que l'on souhaite contrôler.

Ce modèle nous a permis alors de définir **une architecture logicielle** pour sa manipulation, ainsi que les mécanismes associés au contrôle d'une application interactive. L'interprète que nous mettons en avant comme **médiateur entre auteur et public** depuis le début de ces travaux est ici matérialisé dans un système multi-agent. Nous y avons répartit les tâches dévolues à l'interprète dans trois composants :

- **L'observateur**, pour une perception des évènements contextualisés par l'univers virtuel ;
- **Le scénariste**, maintenant à jour le modèle et validant les mots qui sont produits ;
- **Le réalisateur,** contrôle es enchaînements de séquence narratives et le maintien dans les bornes de qualité définies des quantificateur des scènes élues.

Si nous en avons terminé avec la présentation de notre approche, il nous reste maintenant à présenter nos résultats et l'implémentation qui en a découlé. Ces travaux ont été implémentés dans un framework contenant à la fois des librairies pour les concepts mis en jeu (modèle haut-niveau, modèle à base d'automates, model-checking, ...) et des outils pour créer les objets du récit inachevé de manière intuitive : des interfaces graphiques de conception. Dans le chapitre suivant, nous présentons ce développement logiciel et une application de nos travaux.

# Chapitre 10

# #Telling, plateforme logicielle de démonstration

---

Notre dernier exposé dans ce document se porte sur **les réalisations et implémentations** que nous avons faites, à partir des éléments que nous avons présentés. Notre objectif annoncé était de prendre en compte **l'ensemble de la chaîne de production d'une narration interactive**. Les propositions que nous avons faites s'étendent ainsi de **la conception d'un récit inachevé** pour le jeu vidéo, jusqu'au **contrôle de l'exécution** vis-à-vis d'un tel modèle. Ces deux besoins majeurs, de part la diversité de forme des solutions proposées, ont donné lieu au développement de plusieurs applicatifs.

Nous avons regroupé ces éléments logiciels *dans un framework nommé #Telling* (SharpTelling). Celui-ci, comme son nom l'indique, a été développé en C#. Nous avons initialement choisi cette technologie pour permettre une intégration de notre solution dans la librairie XNA de Microsoft. *#Telling* est composé de plusieurs sous-projets (cf. figure 10.1) :

- ***stModels*** : la librairie regroupant l'ensemble des modèles proposés dans nos travaux. Nous y retrouvons ainsi le modèle abstrait de récit inachevé, le modèle haut-niveau et la modélisation par automates. *stModels* contient également les classes de conversion du modèle haut-niveau vers les automates, avec notamment les algorithmes de composition tel que vu dans le chapitre 8 ;
- ***stTools*** : librairie intégrant les différents outils et processus génériques nécessaires à la réalisation du récit en mouvement tel que nous l'avons défini dans nos travaux. *stTools* contient ainsi :
  - ***stEngine*** : le moteur permettant de manipuler un automate par model-checking sur la base d'une analyse d'accessibilité : recherche des transitions valides et progression de l'automate par tir de ces transitions, et vérification de propriétés sur le système ;
  - ***stExperts*** : les agents du superviseur de narration interactive tels que nous les avons définis dans le chapitre 9 ;
  - ***stUtils*** : les utilitaires permettant par exemple l'export des automates dans divers formats, ou bien encore la définition du protocole réseau employé par notre système multi-agents.

Notre objectif, pour ces implémentations, n'est pas seulement **la démonstration de la validité** de nos propositions, mais également la mise à disposition de prototypes démontrant notre démarche d'**accompagnement des auteurs** lors de la conception. Grâce aux librairies présentées ci-dessus nous avons construit quatre applications graphiques pour la narration interactive :

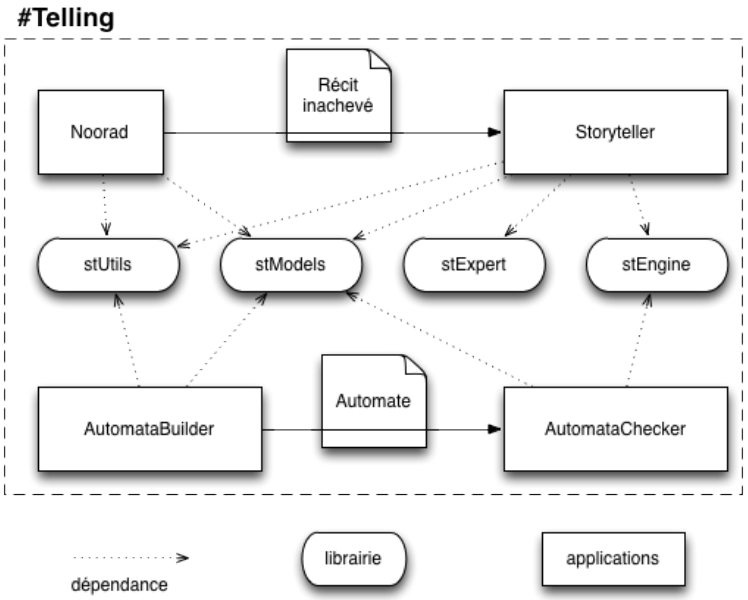


FIGURE 10.1 – Architecture et dépendance des modules de #Telling.

- ***AutomataChecker*** est une interface visuelle pour *stEngine*. Elle permet de charger un automate et de faire progresser celui-ci par sélection d'une transition parmi celles disponibles. *AutomataChecker* expose également la fonctionnalité de model-checking implémentée dans *stEngine* ;
- ***AutomataEditor*** est un éditeur graphique d'automates. Celui-ci permet de modéliser des automates qui sont ensuite sérialisés en XML et qui peuvent être réutilisés dans les autres outils de *#Telling*, notamment dans *AutomataChecker*. *AutomataEditor* propose également les fonctionnalités de composition présentes dans *stModels* : produit synchrone, asynchrone et synchronisé ;
- ***StoryTeller*** est le tableau de bord de notre système multi-agents de supervision d'applications interactives. Cette interface permet de suivre l'état du récit inachevé et les décisions prises par les différents agents ;
- ***Noorad*** est l'éditeur de récit inachevé à destination des auteurs. Celui-ci est basé sur le modèle haut-niveau que nous avons présenté dans le chapitre 9.1 et permet la définition de la structure narrative, de l'histoire et de la séquence narrative du récit inachevé.

Notre but ici n'est pas de détailler le fonctionnement précis de chacun de ces outils. Cette étape a été réalisée dans les chapitres précédents. En effet chacune des parties de **#Telling implémente une de nos propositions**. Nous souhaitons brosser ici un portrait des fonctionnalités offertes aux utilisateurs de notre approche au travers de ces outils.

Nous débutons par une présentation des différents **modèles** définis dans *#Telling*. Ceux-ci ont déjà été longuement présentés dans les chapitre précédents, nous ne nous y attardons donc pas. En revanche, dans la deuxième partie de ce chapitre, nous nous penchons sur les **éditeurs**. Nous allons ainsi décrire leur fonctionnement , qu'il s'agisse de celui pour la création d'automates ou bien de l'édition du récit inachevé. Ces deux éditeurs sont le cœur de notre chaine de production pour la narration interactive. Les modèles créés par ces éditeurs, qu'il s'agisse d'automates ou de récit inachevé, nous amènent à définir **les outils** mis en place pour leur exploitation. Nous verrons ainsi les outils destinés à **la manipulation du modèle à base d'automates** seul, et ceux manipulant les deux modèles simultanément.

**Organisation du chapitre** Dans ce chapitre nous allons aborder **les réalisations et les implémentations** que nous avons fait, à partir des contributions que nous avons proposées. Rassemblés dans un framework que nous avons nommé *#Telling* , ces modèles, outils et éditeurs constituent notre éco-système du récit en mouvement. Nous présentons ainsi **la réalisation des trois modèle**s présentés dans les chapitres 7, 8 et 9. Nous présentons également **les éditeurs** que nous avons réalisés, une interface graphique pour l'édition d'automates et, principalement, l'éditeur de récit inachevé : *Noorad*. Nous détaillons ensuite les outils annexes que nous avons dû développer, tels que **le convertisseur modèle haut-niveau vers automates**, ou encore le *AutomataChecker*, permettant de vérifier des propriétés sur un automate. Nous terminons avec la présentation de **notre preuve de concept**, l'interconnexion de notre système avec un jeu réalisé dans le framework XNA de Microsoft.

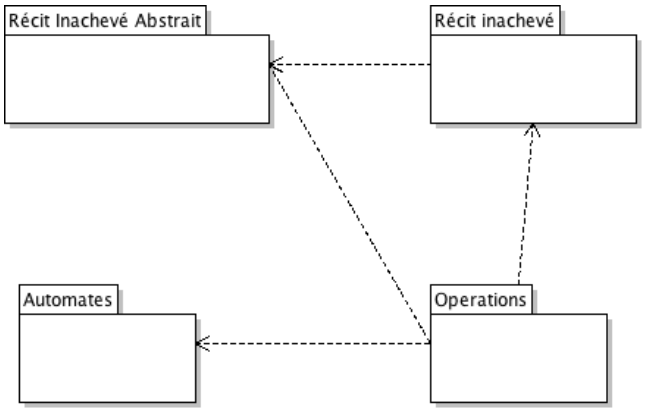


FIGURE 10.2 – Dépendance entre les modèles de #Telling.

## 10.1 Modèles de récit inachevés

Dans ces travaux de recherche, nous avons proposé **trois modèles** associés à la narration interactive :

- **Un modèle abstrait de récit inachevé**, proposition d'un modèle comme plus petit dénominateur commun entre les approches formelles de la narration interactive. Ce modèle est basé sur l'analyse de la narratologie et tout particulièrement celle de l'école structuraliste.
- **Un modèle haut niveau de récit inachevé**, spécialisation du modèle abstrait, il en est une instanciation pour notre modèle à base d'automates. Ainsi les entités du modèle abstrait sont étendues pour y ajouter les ensembles nécessaires à la conversion et à l'exploitation de ce modèle en automates.
- **Un modèle de récit inachevé à base d'automates**, ce modèle présente les caractéristiques nécessaires à la manipulation par un superviseur autonome, interprète de la narration interactive.

La figure 10.2 présente l'interdépendance entre ces trois modèles. Ainsi, **le modèle haut-niveau est bien sûr dépendant du modèle abstrait**, puisqu'il hérite de celui-ci. Le modèle à base d'automates est quant à lui indépendant. Ces trois modèles sont manipulés par **l'outil de conversion** afin de réaliser le passage du modèle haut-niveau aux automates. Dans cette section, nous présentons les modélisations d'implémentation de ces trois modèles.

### 10.1.1 Modélisation des automates

**Les automates sont largement employés** dans le monde de l'informatique, par exemple pour vérifier un expression rationnelle,comme dans le langage Java. Cependant, notre modélisation par automates **diffère des automates communicants étendu**s classiques. En effet, nous ajoutons sur les transitions une nouvelle étiquette, distincte de celle de l'évènement : l'étiquette de synchronisation. La figure 10.3 représente le diagramme de classe de l'implémentation que nous avons fait des automates. Pour rappel, l'étiquette de synchronisation marque les rendez-vous entre les transitions de différents automates par l'utilisation de suffixe d'émission ( !) et de réception ( ?). La communication se fait alors par rendez-vous.

Cette modélisation n'est pas nouvelle, elle est notamment employée dans le logiciel *Uppaal* pour représenter les automates. Cependant, et nous l'avons vu dans le chapitre 8, **il est compliqué**

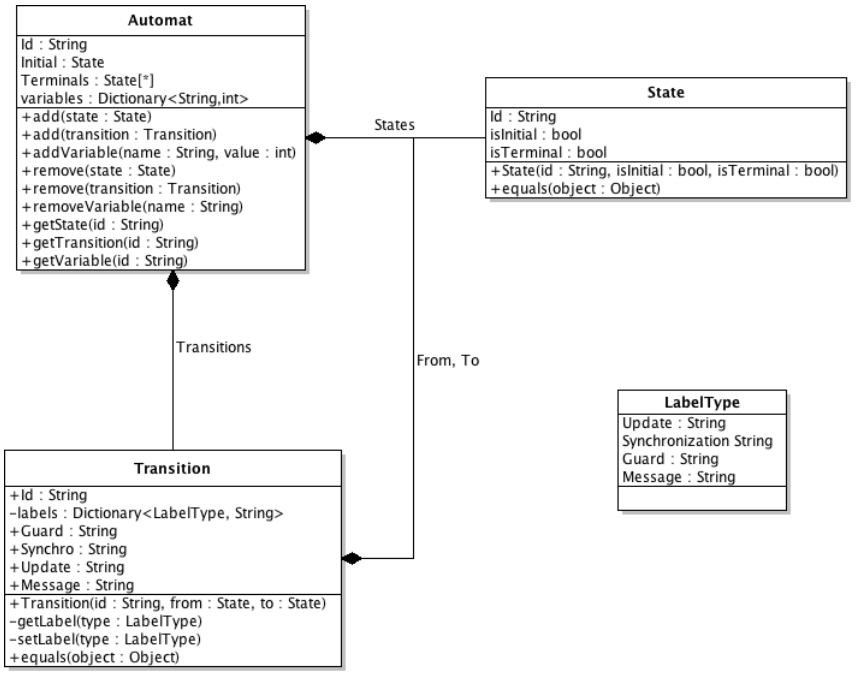


FIGURE 10.3 – Diagramme de classe de notre modélisation des automates.

**pour un auteur de manipuler un tel modèle**. Nous proposons donc la création d'une modèle directement basé sur les entités reconnues dans l'analyse fonctionnelle.

### 10.1.2 Modèle abstrait de récit inachevé

Le deuxième modèle que nous avons défini dans le chapitre 7, est **le modèle abstrait de narration interactive**. Celui-ci déclare les entités utilisées par les narratologues : actant, situation, acteur et scène (cf. figure 10.4). A partir de celles-ci, ce modèle est l'ensemble minimum de définition du récit inachevé, et cela, pour obtenir un récit de qualité.

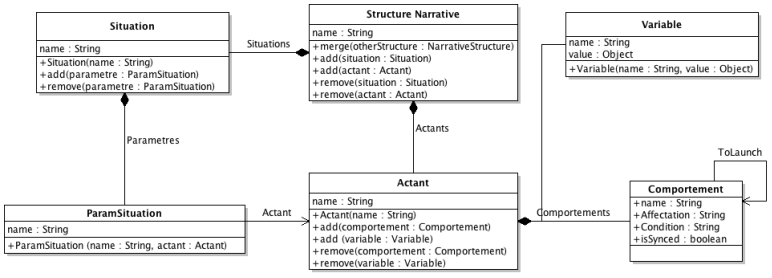


FIGURE 10.4 – Diagramme de classe de la structure narrative du récit inachevé abstrait.

### 10.1.3 Modèle haut-niveau de récit inachevé

Enfin, le dernier type de modèle que nous avons introduit est **le récit haut-niveau du récit inachevé**. Celui-ci doit permettre la spécification par l'auteur, en plus des entités du modèles abs-

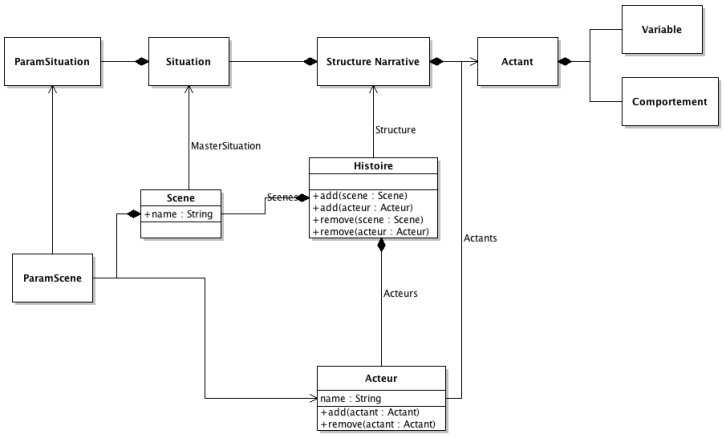


FIGURE 10.5 – Diagramme de classe de l'histoire du récit inachevé abstrait.

trait, **les éléments de modélisation et de contrôle spécifiques aux automates** à états finis communicants. Pour ce faire, les classes différentes du modèle abstrait sont sous-classées. Ces classes sont préfixées de la lettre *A*. Ainsi avons nous les classes *AComportement*, *AScene*, ... Les comportements supplémentaires, propres aux automates sont ainsi isolés dans ses sous-classes, et ne viennent pas impacter notre récit abstrait.

Une fois le récit inachevé modélisé, il est nécessaire de **créer des instances de ce modèle**. Pour assister l'auteur dans cette tâche, nous proposons **des éditeurs graphiques** pour nos principaux modèles.

## 10.2 Assistance à la conception de récit inachevé

Les éditeurs sont des sur-couches aux librairies que nous proposons, afin de permettre un accès simplifié pour un utilisateur à ces fonctionnalités. Nous proposons donc aux auteurs de narration interactive **un environnement de modélisation et de tests** de leurs récits.

### 10.2.1 Éditeur d'automates

Nommé *AutomataBuilder*, notre **éditeur d'automates** permet à un utilisateur de construire graphiquement un automate, et/ou d'éditer un automate précédemment créé. Les fonctionnalités de ce constructeur sont limitées, comparativement aux possibilités de logiciels comme *Uppaal*, et n'implémente que **les fonctionnalités strictement requises** pour notre approche. La figure 10.6 montre l'interface de ce logiciel.

Dans *AutomataBuilder*, l'utilisateur a la possibilité de **créer, modifier ou supprimer** tous les éléments de l'automate. Il peut également insérer de nouveaux états, créer des transitions entre des états déjà existants ou ajouter une variable dans le vecteur d'états de l'automate. La représentation graphique de l'automate est **interactive** et permet, lors d'un double clic sur un élément, d'obtenir les informations de celui ci dans l'onglet *Properties* en haut à gauche dans la figure 10.6. Cet onglet fonctionne par introspection des éléments sélectionnés et expose les attributs qui peuvent être édités. Ainsi l'utilisateur peut modifier l'étiquette d'évènement d'une transition, l'identifiant d'un

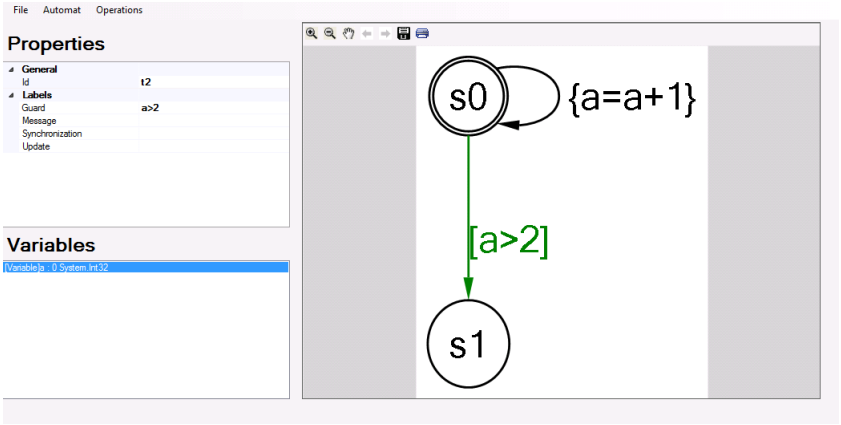


FIGURE 10.6 – Interface d'*AutomataBuilder*, notre logiciel d'édition d'automates.

état ou encore la valeur initiale d'une variable. Les automates ainsi créés peuvent être sérialisés en XML.

*AutomataBuilder* permet également **la création d'automates** par **composition**. Lorsqu'un automate est chargé dans l'application, le menu *Opérations*, permet de choisir une des compositions implémentées : **synchrone**, **asynchrone**, **synchronisée**. Un dialogue de sélection de fichier s'ouvre alors et l'utilisateur choisit le fichier XML de l'automate avec lequel il souhaite composer l'automate chargé dans l'interface. Une fois la sélection validée, l'automate résultat est présenté à l'utilisateur, et peut être à son tour composé, sauvegardé ou modifié. Les fonctionnalités d'*AutomataBuilder* sont également utilisées dans notre éditeur de récit inachevé. En effet, la conversion vers un automate permet d'obtenir un modèle plus facilement contrôlable.

### 10.2.2 Noorad : logiciel auteur pour le récit inachevé

Dans le cadre de cette thèse, nous avons développé **un outil d'écriture pour notre modèle haut-niveau de récit inachevé.** Cet éditeur est appelé *Noorad*. Celui-ci, avec le superviseur multi-agent, est le cœur du framework #Telling. Les autres outils qui ont été développés l'ont été **pour satisfaire à des besoins intermédiaires** de ces deux logiciels. La figure 10.7 montre l'interface de *Noorad*.

Cette interface est divisée en trois parties :

- **A gauche, noté A,** se trouve l'arborescence représentant les entités créées dans le modèle. Le nœud de plus haut niveau représente l'histoire en cours d'édition. Sous celui-ci se trouve les scènes et acteurs qui la composent. Deux autres objets sont également à ce niveau de l'arborescence : la structure narrative, premier nœud en dessous de l'histoire, et la séquence narrative, dernier nœud du niveau inférieur à l'histoire. Les objets peuvent être créés dans l'arborescence soit par sélection de l'entité à ajouter dans le menu *Edit* soit par clic droit sur un nœud parent. Les entités filles possibles s'affichent alors, et l'utilisateur peut sélectionner celle qu'il désire ;
- **A droite, noté B**, nous retrouvons une interface proche d'AutomataBuilder. Celle-ci permet de visualiser les automates qui sont générés à partir de l'arborescence A. Lors de la sélection d'un comportement, d'un actant, d'une situation, d'un acteur ou d'une scène, l'automate correspondant s'affiche dans cet espace, avec ses variables. L'automate étant généré, il n'est pas éditable. Le champ de propriété est à destination des entité du modèle : lors de la sélection d'une entité,

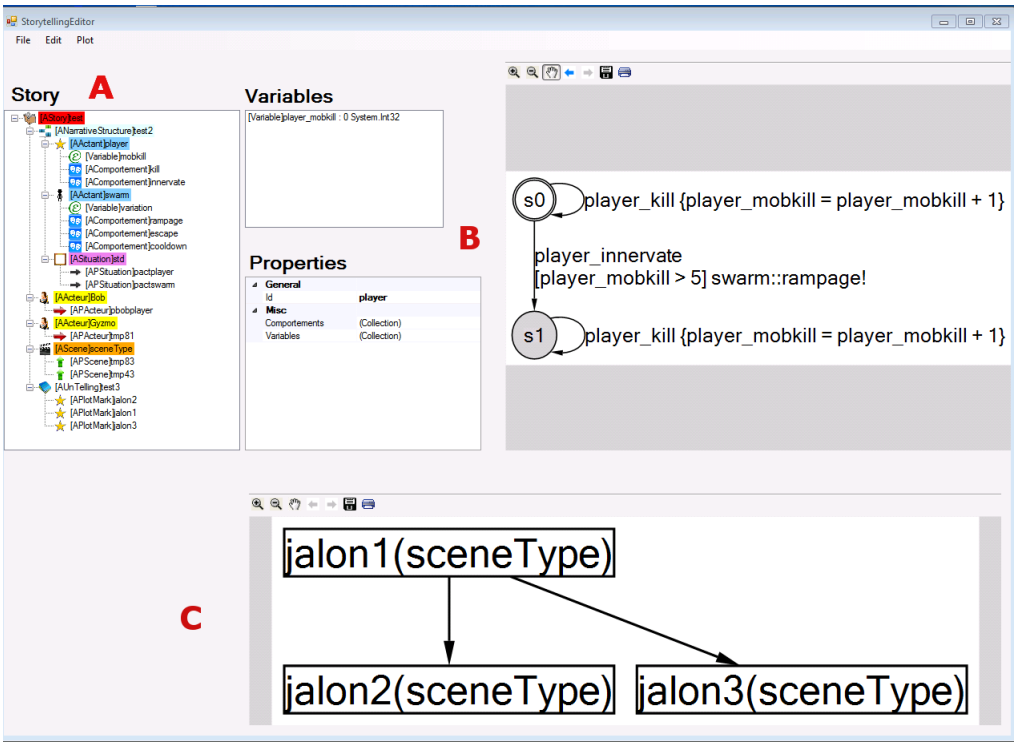


FIGURE 10.7 – Interface de *Noorad*, notre logiciel d'édition de modèle haut niveau de récit inachevé.

ses informations apparaissent alors dans ce cadre et il est dès lors possible de les éditer ;

– **En bas, noté C,** se trouve la structure narrative globale. Celle-ci est représentée par un graphe qu'il est possible de construire en effectuant des drag&drop. Ainsi l'utilisateur sélectionne une scène dans l'arborescence A, la tire jusqu'à C, et celle-ci se matérialise alors sous la forme d'un jalon. Il est ensuite possible de tirer des liens entre ces différents jalons pour remplir les ensembles de successeurs.

*Noorad* permet donc à l'utilisateur de créer **un récit inachevé** avec sa structure narrative, son histoire et sa séquence narrative. Lors de l'édition dernière, l'auteur a toujours accès à la représentation de l'automate. De plus celui-ci peut **voir l'automate généré** lors de la conception, simplement en sélectionnant l'entité qu'il souhaite inspecter (cf. figure 10.8. L'automate en cours d'affichage peut être exporté, afin de **le faire passer dans le simulateur** (que nous allons voir tout de suite après) par exemple. Le modèle lui-même peut être sauvegardé sous format XML. Les modèles créés et exportés avec *Noorad* sont utilisables par notre superviseur multi-agents.

## 10.3 Synthèse et contrôle de la séquence narrative

Les réalisations précédentes concernaient principalement l'auteur et la conception du récit inachevé. La conversion du modèle de haut-niveau en modèle à base d'automates nous permet de mettre en œuvre **les mécaniques de contrôle et de vérification** que nous avons abordées dans le chapitre 8.2. L'ajout d'une étiquette de **synchronisation**, différente de l'étiquette d'évènement, nous a poussé à développer nos propres solutions, faute d'outils adaptables, mais rendant *#Telling* autonome. Nous proposons ainsi **les implémentation des algorithmes de compositions** sur

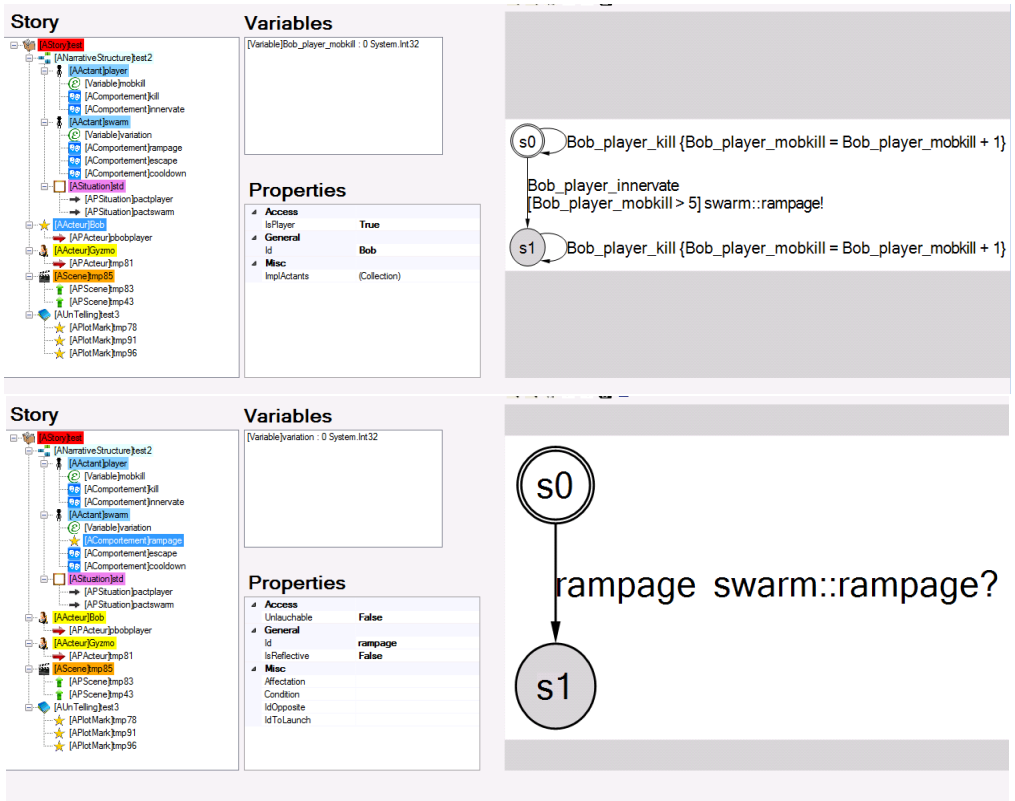


FIGURE 10.8 – En haut, la sélection d'un comportement entraine l'affichage de son automate, en bas, un acteur est sélectionné et son automate, avec les étiquettes préfixées, est affiché.

notre extension des automates. Le model-checking est réalisé par le composant *stEngine* du framework et est accessible au travers d'une interface. Nous finissons par présenter notre superviseur multi-agents, basé sur ces outils, permettant la prise en charge de la narration interactive.

### 10.3.1 Manipulation et conversion des automates

**La construction dynamique** des automates, à partir de sous-automates issus des comportements, nécessite de pouvoir mettre en œuvre les algorithmes de composition. Ainsi, le package *Operation* du module *stModels* en contient une implémentation. Celle-ci prend en compte les **spécificités** de nos automates. Nous avons ainsi du adapter l'algorithme afin d'utiliser les actions opposées, qui nécessitent une syntaxe particulière pour marquer l'évènement auxquelles elles s'opposent. La figure 10.9 montre les trois classes de composition, et la classe de conversion, depuis le modèle de haut-niveau du récit inachevé, vers les automates.

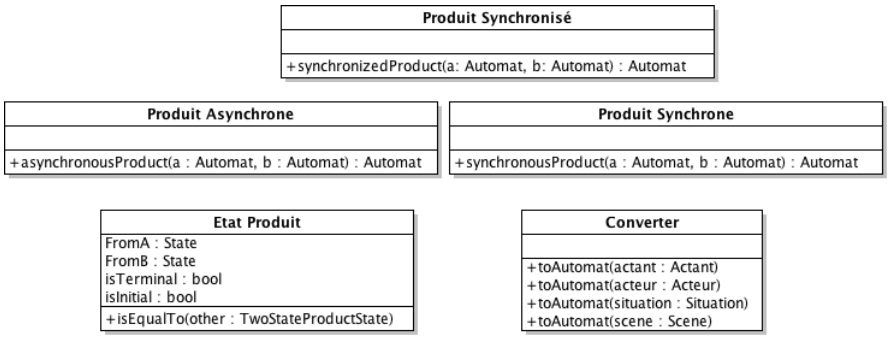


FIGURE 10.9 – Classes prenant en charge la composition des automates.

Ce développement d'outils nous a aussi permis d'**introduire la modification dynamique du modèle lors de l'exécution**. Les outils classiques simulent le même modèle tout au long d'un test. C'est également pour cette raison que nous avons développé **un composant de model-checking** permettant, en mémoire, d'effectuer des vérifications de propriétés et faisant évoluer l'état du modèle.

### 10.3.2 Exécution et vérification des automates

Ainsi, ce composant de *model-checking* effectue deux tâches. D'une part, l'exécution de l'automate avec **les vérifications associées** et, d'autre part, la **vérification de propriétés**. Dans notre implémentation, **nous n'autorisons que les requêtes d'accessibilité** de la forme $\exists\diamond\phi$ où $\phi$ est une contrainte sur le vecteur d'états variables de l'automate. Cette vérification se fait par **un parcours en profondeur limité** des exécutions possibles de l'automate. Si un état satisfaisant est trouvé, la trace menant cet état est disponible. *stEngine* prend également en charge la vérification des gardes lors du franchissement de transitions. Il teste alors leur satisfaction avant toute évolution effective du modèle.

Nous avons créé un logiciel d'exécution d'automates basé sur *stEngine*. Celui-ci affiche l'automate, **son état courant**, son vecteur d'état et propose deux actions à l'utilisateur : **le franchissement d'une des transitions disponibles, ou la vérification d'une propriété**. L'interface d'*AutomataChecker* est présentée à la figure 10.10. Dans celle-ci, une fois que l'utilisateur a chargé un automate, deux choix sont possibles :

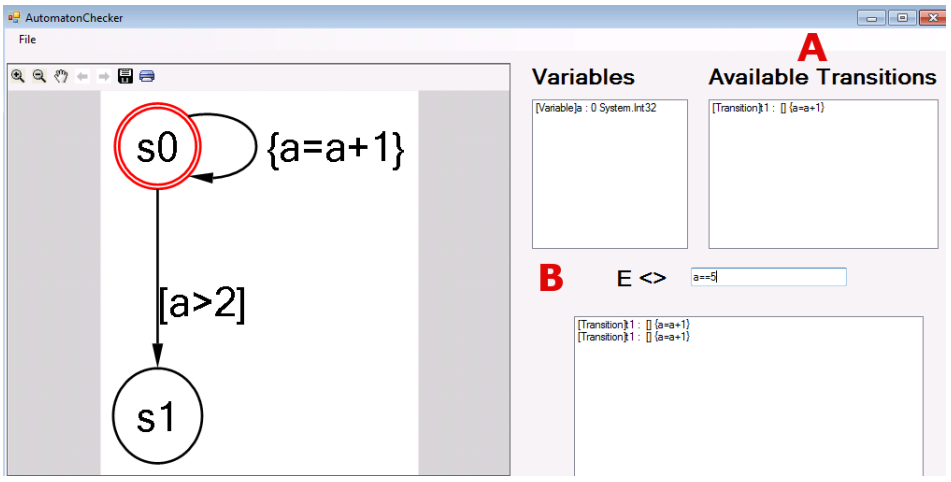


FIGURE 10.10 – Classes prenant en charge la composition des automates.

– En A, **les transitions disponibles** sont affichées. Un double clic sur l'une d'entre-elle déclenche son franchissement, fait changer d'état à l'automate et met à jour le vecteur d'états ;
– En B, l'utilisateur peut entrer **une propriété $\phi$ sur le vecteur d'éta**t. Si un état où $\phi$ est vrai est trouvé, alors la trace correspondante s'affiche dans la zone de texte en dessous.

Les deux outils que nous venons de présenter sont utilisés dans notre **superviseur multi-agents**. Ainsi, notre agent **scénariste** est la combinaison de ces deux outils, d'une part car il synthétise dynamiquement les automates des situations, et d'autre part car il prend en charge l'exécution des transitions.

### 10.3.3 StoryTeller : Interprète multi-agents du récit en mouvement

*StoryTeller*, notre superviseur multi-agent, est **l'interprète du récit en mouvement** pour le jeu vidéo. C'est en effet lui qui, par l'observation du jeu, **garantit la qualité du récit qui est produit**. Ce contrepoids ne peut être effectué que s**i le système dispose d'un modèle à respecter.** Ainsi, *StoryTeller* charge un récit inachevé, tel que celui qui est généré avec notre éditeur *Noorad*.

Le système multi-agents est autonome. **Il n'est pas connecté directement au système de jeu**, et propose une communication par socket avec ceux-ci. Cette approche nous permet de nous affranchir des technologies employées dans le jeu cible. Ainsi, l'agent observateur créé t-il une **communication** avec le jeu, en étant support de la communication, il gère le transfert des paquets entre le jeu et le superviseur, et distribue les évènements selon leur types. **Le protocole de communication** que nous avons implémenté est celui décrit dans le chapitre 9.2.

**L'agent scénariste,** quant à lui, est la fusion d'*AutomataChecker* et de notre librairie de conversion et composition des automates. Il est ainsi à même de remplir son rôle de **vérification du récit** : si l'évènement mis en question, est franchissable sur une des transitions sortantes de l'état courant de l'automate, alors il est valide. Mais il est également à même de répondre à l'agent réalisateur. En effet, celui-ci effectue **les vérifications de propriétés** afin de trouver les chemins ramenant le récit dans des bornes acceptables.

Enfin **l'agent réalisateur** maintient **le récit dans les bornes de qualité proposées** par l'auteur. Toute sortie de ces bornes déclenchent **la recherche d'un chemin** vers un état acceptable, puis

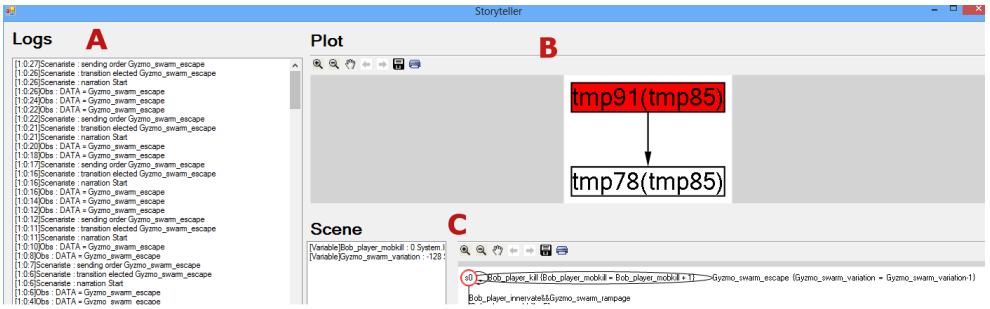


FIGURE 10.11 – Tableau de bord du système multi-agents.

l'exécution de ce chemin. L'agent réalisateur, en plus de surveiller les séquences narratives locales, **observe également la séquence narrative globale** et va procéder à la sélection des jalons sélectionnés, lorsque l'état courant est terminé.

La figure 10.11 présentent le tableau de bord des agents du superviseur :

- En A, **les logs des agents**, ceux-ci y publient les messages qu'ils reçoivent et les traitements qu'ils appliquent ;
- En B, **le niveau narratif global**, le jalon en rouge est le jalon encours d'exécution ;
- En C, **le niveau narratif local**, étant courant et vecteur d'états de l'automate de la scène en cours d'exécution.

Notre système multi-agent a été testé avec **un démonstrateur** développé en XNA, afin de prouver le principe de fonctionnement.

## 10.4 Preuve de concept

### 10.4.1 Présentation

Pour terminer cette revue des applications que nous avons produites, nous présentons **l'environnement de test** que nous avons développé. Il s'agit d'un mini jeu vidéo réalisé avec la librairie XNA (cf. figure 10.12). Le principe du jeu vidéo est très simple : le joueur incarne un avatar qui peut se déplacer et lancer des flèches**. Des monstres parcourent l'écran et il doit les arrêter**. Nous utilisons **la sonde** de l'agent observateur pour récupérer les évènements que les entités émettent dans l'univers virtuel

Nous avons ainsi, en utilisant *Noorad*, produit un récit inachevé composé de deux actants : **la reine et le héros.** La reine est supposée hors de l'écran et envoie les ennemis tenter de traverser. Il s'agit en fait du contrôleur d'apparition dans le jeu. Cependant, cette représentation nous permet de **piloter cette acteur du récit**. Une variable permet de suivre la progression du joueur : à chaque fois qu'il détruit une bête sa valeur diminue, mais à chaque fois qu'une réussie à traverser, ce score augmente. Ces acteurs sont placés dans deux situations. **Une situation *relaxe*** où le débit n'est pas très important et **une situation *intense*** où le débit est beaucoup plus important. Si la valeur descend sous un certain seuil, la situation relaxe est appelée pour laisser souffler le joueur.

Ce modèle de récit inachevé est chargé en mémoire lors de la connexion d'un client, ici notre démonstrateur. Le superviseur surveille alors les évènements et maintien le modèle à jour en conséquences. Le changement de situation est décidé par l'agent réalisateur.

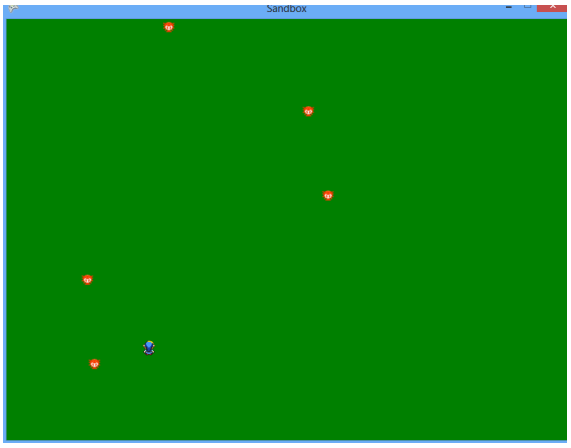


FIGURE 10.12 – Sandbox : simulateur d'environnement de jeu.

### 10.4.2 Exemple de récit inachevé

Pour cette preuve de concept, nous avons créé **un récit inachevé particulier**. Celui-ci, réalisé avec *Noorad*, déclare dans sa structure narrative **deux actants** et **une situation**. Les actants représentés sont celui-du joueur, que nous avons nommé *Player*, et le personnage non joueur faisant apparaitre les ennemis, nommé *Swarm*. Ces deux actants sont mis en relation dans une situation, créant ainsi une séquence narrative locale. Ces entités sont instanciées, au niveau de l'histoire, en **deux acteurs et une scène**. Celle-ci est ensuite utilisée plusieurs fois dans la **séquence narrative**, afin de simuler les enchainements de situations.

#### 10.4.2.1 Structure narrative

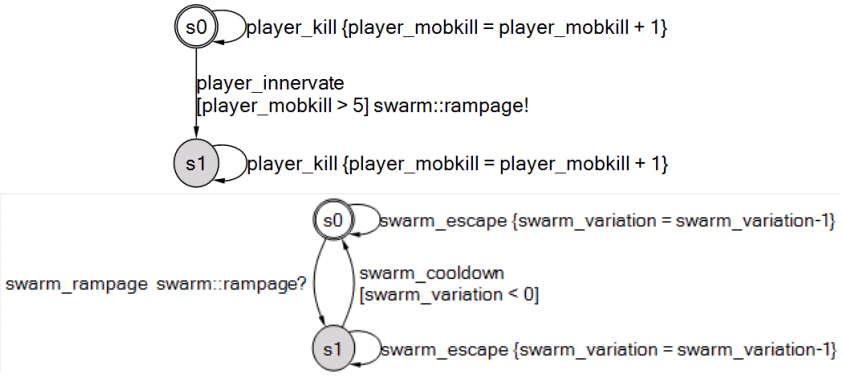


FIGURE 10.13 – Automates des actants de notre preuve de concept : en haut l'actant *Player*, en bas l'actant *Swarm*.

**La structure narrative** est donc composée de deux actants (cf. figure 10.13) :

- ***Player*** : actant représentant le rôle type de l'utilisateur. Il est constitué de :
  - Une variable : *player_ mobkill*, représentant le nombre d'ennemis détruits par le joueur ;
  - Une action réflexive : *player_ kill* représentant la destruction d'un ennemi par le joueur, celle-ci incrémente la variable *player_ mobkill* ;

  - Une interaction : *player_ innervate*, se synchronisant avec le comportement *rampage* de l'actant *Swarm*. Cette interaction est possible lorsque le joueur a au moins détruit cinq ennemis.
- ***Swarm*** : actant représentant le rôle type du personnage non joueur faisant apparaitre les monstres. Il est constitué de :
  - Une variable : *swarm_variation* représentant le nombre d'ennemis qui ont pu traverser l'écran ;
  - Une action réflexive : *swarm_ escape* représentant la sortie de l'écran d'une monstre ;
  - Une interaction : *swarm_ rampage* représentant une augmentation du rythme d'apparition des ennemis, celle-ci est déclenchée par l'actant *Player* ;
  - Une action opposée : *swarm_ cooldown* représentant une diminution du rythme d'apparition, qui s'oppose à l'interaction *swarm_ rampage*

Nous mettons en relation ces deux actants dans **une situation**, représentée à la figure 10.14.

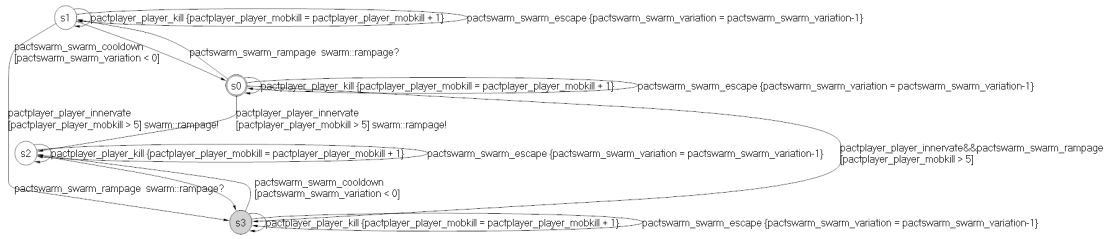


FIGURE 10.14 – Automate de la situation de notre preuve de concept.

Il est à noter que l'automate de la situation **n'est pas nettoyé**, c'est à dire que les interactions non-synchronisées ne sont pas retirées. En effet, celles-ci pourraient trouver des interactions aux quelles se synchroniser dans une scène. **Les acteurs implémentant plusieurs actants**, leurs automates pourraient compléter celui-ci. Ce nettoyage des transitions non-synchronisées s'effectue donc au niveau de la scène.

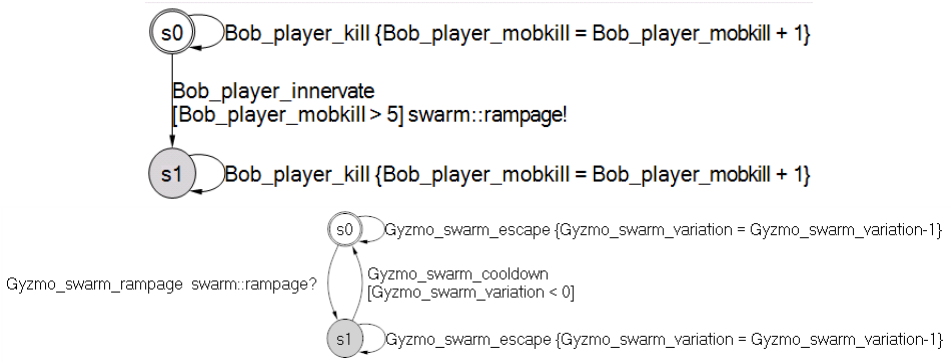


FIGURE 10.15 – Automates des acteurs de notre preuve de concept : en haut l'acteur *Bob*, en bas l'acteur *Gyzmo*.

#### 10.4.2.2 Histoire

L'actant *Player* est instancié dans un acteur que nous avons nommé *Bob*. Celui-ci modélise **le joueur** et **hérite des actions que nous avons défini précédemment** dans la structure narrative. Il en va de même pour l'actant Swarm, qui est instancié dans un acteur nommé *Gyzmo*. Nous avons

reporté à la figure 10.15 leurs automates. Il s'agit là d'automates identiques à ceux de leurs actants respectifs. En effet, ils n'implémentent qu'un seul actant chacun mais, lors de l'instanciation, les évènements et variables ont été préfixées du nom de l 'acteur.

Une scène est également définie, celle-ci ayant comme situation mère celle que nous avons défini précédemment. Comme nous le précisions précédemment, l'automate de la scène est cette fois nettoyé : tous les acteurs, et donc leurs actants, étant connus, si les synchronisations ne sont pas faites au niveau de la scène, elles ne se produiront jamais. L'automate de la scène est représenté à la figure 10.16.

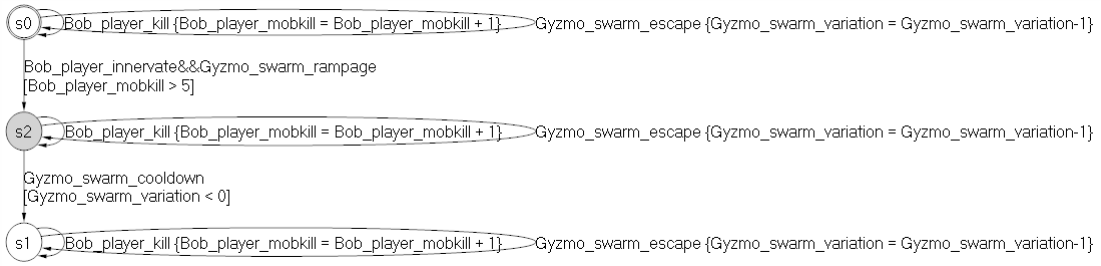


FIGURE 10.16 – Automate de la scène de notre preuve de concept.

#### 10.4.2.3 Séquence narrative

Enfin, cette scène est utilisée dans deux jalons différents pour simuler une succession de deux scènes. Ainsi, à fin de cette scène, lors de l'accès à un état final, celle-ci est relancée par l'agent réalisateur. La séquence narrative, telle que définie dans *Noorad*, est représentée à la figure 10.17

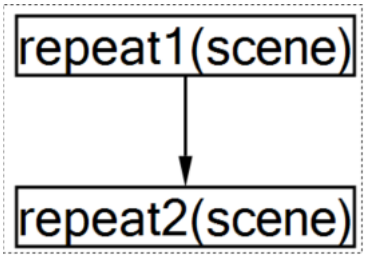


FIGURE 10.17 – Séquence narrative de notre preuve de concept.

## 10.5 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté les éléments logiciels que nous avons développé. Ceux-ci sont l'implémentation des concepts que nous avons présentés tout au long de ce document. Certaines fonctionnalités, telles que la supervision, sont implémentées dans *AutomataBuilder*, mais n'ont pas encore été intégrées dans *Noorad*. Ces applicatifs couvrent l'ensemble de la chaîne de la narration interactive : de la conception à la représentation.

Nous allons maintenant conclure ces travaux et discuter de leurs intérêts et limites.

# Chapitre 11

# Conclusion

Après cette plongée dans la description extensive de nos propositions, nous nous replaçons dans le contexte que nous avons présenté dans la première partie de cette thèse. Pour conclure ces travaux, nous allons donc repartir **des objectifs que nous avions énoncés** dans le premier chapitre. Ceux-ci nous permettrons de mettre en avant **les solutions apportées, et leurs intérêtxs**. Nous proposerons ensuite une discussion sur ces travaux, en abordant **les limites** de nos propositions et en formulant **les perspectives** qui en découlent.

## 11.1 Rappels des objectifs

Le premier objectif que nous avons fixé est **la caractérisation de la narration interactive**. En effet, si celle-ci met nécessairement en jeu la création d'un récit, la notion d'interactivité vient modifier fortement les principes classiques de la narration. Nous avons ainsi voulu explorer **les différences entre la narration classique et la narration interactive**. Si le résultat de ces deux processus est le même, l'obtention d'un récit, la méthode pour le construire est différente. Ainsi, **l'intégration du public dans le processus auteur** vient modifier les règles classiques et impose des défis. Nous avons donc souhaité caractériser les problématiques posées par ce nouveau processus de création avec, comme contrainte, **la garantie de la qualité de l'œuvre résultante**.

Notre volonté était ainsi de proposer des mécanismes auteur nouveau. **L'asynchronisme**, entre la phase de création et la phase de réalisation de la narration interactive, impose la définition de nouveaux objets. En effet, l'auteur ne peut plus vérifier lui même les récits produits, et il doit donc **déterminer le cadre narratif** dans lequel va évoluer le public. Notre deuxième objectif était donc **la définition d'un processus auteur**, et des modèles associés, pour la spécification d'une narration interactive menant à des récits de qualité.

La création de ce modèle implique donc une deuxième phase dans la narration interactive : **la réalisation du récit** à proprement parler. A partir des instructions laissées par l'auteur, il est nécessaire de réaliser effectivement le récit dans ses composants constituants. Cependant, **cette réalisation s'effectue sous la contrainte du spectateur**, qui souhaite avoir un impact sur le résultat. Notre troisième objectif était donc **la définition d'un processus d'interprétation** résolvant la tension entre d'une part l'auteur, au travers de son modèle de narration, et d'autre part le spectateur.

Enfin, de cette vue générale de la chaine de production d'une narration interactive, nous souhaitions **proposer un framework** permettant aux auteurs et au public de réaliser une telle œuvre. Ce framework devait prendre en compte les aspects de **conception**, les modèles et outils nécessaires à un auteur pour construire une narration interactive, mais également la phase d'**exécution**. Le système doit ainsi observer les informations en provenance de l'utilisateur et, en les combinant avec les instructions du modèle de l'auteur, **synthétiser le récit**.

## 11.2 Éléments saillants de l'approche

Ainsi, nous avons présenté, tout au long de ce document, notre approche de la narration interactive, les problématiques que nous souhaitions adresser et les solutions que nous y avons apportées. Pour résoudre les problèmes posés, nous avons ainsi proposé une analyse de la narration interactive, sous l'angle de le narration classique et de l'œuvre en mouvement, et instancié celle-ci sur le récit interactif, et notamment dans le jeu vidéo. Nous avons ainsi identifié les enjeux de la narration interactive comme :

- **Conception du récit inachevé** :
  - *Modélisation du contenu* du récit inachevé sous la forme d'évènements ;
  - *Définition des séquences narratives* autorisées à apparaitre ;
  - *Gestion de la complexité*, inhérente à la modélisation de grands ensembles, assistance à la création pour les auteurs ;
- **Réalisation du récit en mouvement** lors d'une représentation :
  - *Boucle de rétro-activité entre le joueur et l'interprète* ;
  - *Interprétation et contextualisation des informations* en provenance du public ;
  - *Analyse*, à partir de ces informations et du récit inachevé, des suites possibles à donner au récit ;
  - *Contrôle dynamique de la qualité* du récit en cours de production et intervention en cas de séquence erronée ou sortant du cadre qualitatif défini par l'auteur.
  - *Choix des évènements à produire* ;
  - *Synthèse du contenu.*

Afin d'adresser ces thématiques, nous avons proposé un ensemble de solutions. Chacune d'entre elles permet de répondre à une ou plusieurs de ces problématiques. Nous avons ainsi proposé un modèle à trois couches pour le récit inachevé :

- **Un modèle abstrait de récit inachevé** : directement issu de l'analyse de l'école structuraliste de la narratologie, cette proposition se veut **un modèle pivot pour la narration interactive**. Sa définition générique permet une projection de ce modèle aux approches formelles pour la modélisation du récit inachevé. Ce modèle nous a donc permis de caractériser les entités nécessaires au récit ;
- **Un modèle à base d'automates** pour le contrôle de la narration interactive. Ce modèle a été défini pour permettre le contrôle dynamique, par un système autonome d'une narration interactive. Les outils et manipulations possibles sur les automates permettent ainsi de répondre aux problématiques principales du contrôle :
  - **Vérification de la structure en cours d'exécution (ou de production)**, les évènements sont validés vis à vis du modèle avant d'être effectivement réalisés.
  - **Maintien à jour du modèle** ;
  - **Model-checking** pour la vérification de propriétés sur le procédé ainsi que pour la recherche de chemins menant à un état souhaité. Ces recherches sont déclenchées par la sortie des

quantificateurs de leurs bornes objectives définies.
- **Conception modulaire** avant compositions itératives de ces sous-automates afin d'obtenir la signification escomptée ;
- **Supervision** d'un procédé possédant des évènements incontrôlables. Ces spécifications permettent de restreindre les fonctionnements possibles de l'automate à certains chemin seulement.

A partir de ces modèles, et notamment le modèle à base d'automates étendus communicants, nous avons proposé **une méthode de contrôle et de vérification dynamique de la création du récit final**. Cette exécution des automates passe d'abord par une **conversion** du modèle de haut-niveau vers le modèle à base d'automates. Une fois celui-ci obtenu, il est alors possible de le contrôler. Cette synthèse se fait dynamiquement lors de l'exécution, et cela afin de ne pas générer l'ensemble des états des récits possibles.

Nous avons également proposé **une architecture logicielle, basé sur un superviseur multi-agents, permettant à partir de ce modèle d'observer et de contrôler le récit** qui est produit. Cette méthode met en jeu les algorithmes de **vérification** et de **model-checking** classiques dans la modélisation par automates. Ainsi, le modèle du récit est maintenu à jour vis-à-vis des évènements qui sont observés sur le système. Les évènements en provenance du jeu vidéo ne sont pas tous acceptés, et la désactivation des évènements ainsi rejetés forme **un premier niveau de contrôle**. Le deuxième niveau s'effectue au regard des notions de qualité introduites par l'auteur. En effet, le superviseur surveille le modèle en utilisant l**es quantificateurs de la qualité du récit défini par les auteurs**. Si ceux-ci sortent des bornes qui leur ont été imposées, le superviseur effectue **une recherche de chemin**, par des algorithmes de model-checking, afin de diriger le récit vers une qualité en adéquation avec les instructions de l'auteur. Ainsi, notre contrôle de la narration interactive prend aussi bien en compte **des contraintes structurelles que des contraintes qualitatives** sur le récit.

Dans le contexte de la chaîne de production d'un jeu vidéo, cette approche permet d'entrevoir une distinction claire entre les personnes de l'équipe : les **game-designer** et les **développeurs**. Ainsi les concepteurs du contenu, les auteurs pour nous, peuvent se concentrer sur **la modélisation et la vérification du récit**. La définition des rôles et des comportements par le designer permet ainsi de déporter une partie de la complexité de la déclaration du système sur les game-designer. Les modalités de la conception, notre modèle haut-niveau, basées sur les travaux des narratologues, sont proches du formalisme couramment employées par les concepteurs. De plus la mise en place d'éditeur permet à ces derniers d'être **autonomes**. Pour les développeurs, ceux-ci peuvent se concentrer sur **la conception du monde virtuel**, de **ses règle**s. L'interface entre les deux équipes est alors faites par les évènements, **les étiquettes**, du récit. Les développeurs vont ainsi pouvoir associer individuellement des actions et des règles de l'univers à l'occurrence d'une étiquette.

## 11.3 Limites

Une partie des problèmes que nous avons identifiés n'a pas fait l'objet de contributions de notre part. Ainsi, nous avons rapidement repoussé certaines tâches qui sont de la responsabilité du **système interactif sous-jacent**. En effet, nous avons vu que le jeu vidéo propose des mécanismes pour traiter une partie de la communication entre l'interprète et le joueur. Nous nous sommes donc basé sur ce socle pour n'observer que **les évènements ayant un impact sur le récit**, créant une dépendance forte entre nos travaux et le jeu vidéo comme théâtre virtuel. Certains aspects de

notre proposition nécessitent des extensions et des améliorations afin d'adresser l'ensemble des problématiques de la narration interactive

### 11.3.1 Expressivité du modèle

Ainsi, l'expressivité de notre modèle haut-niveau, bien que couvrant un large spectre de comportements, **reste à augmenter sur certains aspects**. La conversion en automates nous impose un découpage très fin et une caractérisation des actions qui peut être **mal comprise ou mal utilisée** par les auteurs. Il est ainsi nécessaire de définir de nouveaux éléments atomiques de base, les comportements, pour la conception de séquences narratives plus riches.

Nous avons dans ce cadre caractérisé quatre types de comportements **: l'action, l'action réflexive, l'action opposée et l'interaction**. Il est ainsi nécessaire d'étendre cet ensemble, pour offrir plus de possibilités aux auteurs. Nous pouvons ainsi penser à une action de type "*reset*", ramenant l'automate de l'actant dans son état initial. Cependant, l'ajout de nouvelles possibilités **ne doit pas se faire au détriment de la facilité de la manipulation** par les auteurs. Les éléments que nous avons définis imposent déjà quelques éléments de formalisme dans le modèle de haut-niveau (tels que l'expression de l'évènement opposé, ou des étiquettes de synchronisation), et ceux-ci ne doivent pas faire basculer notre modèle dans **un cadre trop complexe**.

Il est donc nécessaire d'augmenter l'expressivité du modèle, pour offrir le maximum de possibilités aux auteurs, tout en continuant à abstraire la complexité des modèles de contrôle sous-jacent.

### 11.3.2 Communication entre agent observateur et sonde

En l'état de nos travaux, l**'agent observateur** de notre superviseur enregistre des sondes dans le processus à superviser, le jeu vidéo. Celles-ci réalisent une **observation des évènements** qui se produisent dans le jeu et **les communiquent au superviseur**. Cependant, cet enregistrement d'un point d'écoute et le transfert de données lui succédant, imposent une dépendance forte vis-à-vis de la plateforme de jeu cible, et les technologies qu'elle emploie.

Nous avons proposé un mécanisme de supervision externe aux jeux pour justement limiter cette dépendance. Mais **la collecte automatique des évènements** et **la prise en charge du protocole d'échange** nous impose tout de même de nous conformer au technologies employées par la plateforme cible. Ainsi, le développement d'un jeu sur une technologie particulière nécessite le redéveloppement des sondes de l'agent observateur, pour que celles-ci soient en mesure d'effectuer leurs tâches.

Une solution pour résoudre cette problématique est la mise en place d'une "compilation" de nos modèles. En effet, à partir du modèle haut-niveau, il est possible de **générer les squelettes des classes** représentant les acteurs dans le langage du moteur de jeu employé. Ainsi, *Noorad* permettrait d'exporter un modèle vers un moteur de jeu particulier, *Unity* par exemple. Dès lors les classes du jeu seraient générées selon les actants et situations, et la mécanique de collecte et d'envoi des évènements directement incluses dans celle-ci.

Une autre approche est d'utiliser **un protocole générique**, tel que HTTP par exemple, en laissant au développeur du jeu la responsabilité de collecter et de transmettre les évènements au superviseur. Nous aborderons cette approche dans les perspectives de nos travaux.

### 11.3.3 Validation de la montée en charge

Le démonstrateur que nous avons présenté dans la partie résultat n'est pas suffisant pour **valider définitivement** notre approche. En effet, les narrations interactives que nous souhaitons représenter doivent pouvoir mettre en action **des dizaines d'acteurs dans des enchevêtrements de scènes**. Cependant, ce modèle ne peut avoir d'existence sans sa réalisation dans un jeu traitant l'ensemble de ces directives. Le développement d'un tel jeu est une tâche complexe que nous n'avons pu adresser dans le cadre de nos travaux.

Une approche aurait pu être **l'utilisation d'un jeu open-source** comme contexte d'étude. Cependant, la formalisation par actants et situations que nous imposons nécessite une architecture identique dans le jeu, **afin de pouvoir effectuer correctement la correspondance entre les évènements du jeu et les étiquettes reçues** depuis le superviseur.

## 11.4 Perspectives

Bien qu'adressant un large périmètre de la narration interactive, notre approche ouvre la voix à d'autres possibilités. Ces perspectives concernent dans des évolutions de nos propositions, comme nous allons le voir pour nos modèles, que des usages particuliers de notre méthodologie.

### 11.4.1 Application à la narration interactive hors du jeu vidéo

L'analyse que nous avons faite de la narration interactive ne s'est **pas limitée au jeu vidéo**. Nous avons certes restreint notre périmètre lors de la définition de notre interprète, afin d'utiliser pour partie les capacités du jeu vidéo et ne pas avoir à prendre en charge l'intégralité de la communication avec le joueur. **Cette complexité vient de l'aspect multimédia du jeu vidéo**, l'ensemble des contenus à synthétiser avant la présentation au joueur est un ensemble très grand. Le transfert de cette responsabilité au jeu nous a ainsi permis **de nous concentrer sur le récit, et son modèle évènementiel**.

Malgré cette dépendance forte vis-à-vis du jeu vidéo décrite dans la dernière partie de ce document, l**'analyse et l'identification des solutions que nous avons faits peuvent s'appliquer à d'autres contextes**. Nous pouvons ainsi imaginer connecter notre chaine de production de la narration interactive à un système de **synthèse de textes**. Ainsi l'œuvre produite ne serait pas une partie d'un jeu vidéo, mais un roman ou du moins un texte. Cette approche nécessiterait de développer un applicatif capable de synthétiser un texte à partir des évènements choisis, il s'agit là de la partie synthèse de contenu que nous avons identifié pour l'interprète. Ce cas d'étude s'approcherait alors des "*livres dont vous êtes le héros*".

### 11.4.2 Évolution du modèle

Nous avons défini deux niveaux de séquence narrative : **la séquence locale** à une situation e**t la séquence globale** enchaînant ces situations. Une évolution de notre modèle possible est ainsi la prise en compte d'**une dimension hiérarchique**, permettant différents niveaux de granularité, ne limitant pas les niveaux à deux. La séquence narrative serait alors composée de deux types de scènes :

- **Les scènes atomiques** : ce sont les scènes que nous avons présenté dans notre modèle haut-niveau, paramétrées par les actants. Elles représentent la fin de la hiérarchie et ne mettent en jeu que des évènements atomiques des actants ;
- **Les scènes hiérarchiques** : scène qui contiennent également des actants mais qui peuvent référencer d'autres scènes. Ainsi, les états d'une telle scène peuvent pointer vers d'autres scènes, atomiques ou hiérarchiques, déclenchant leur exécution lors du passage dans cet état.

Dès lors, nous pouvons définir **une hiérarchie des scènes** permettant aux auteurs de définir plusieurs niveaux de récits, plus ou moins détaillés selon les actions qu'ils souhaitent représenter. La présence de sous-scènes dans les scènes hiérarchiques participerait à **la simplification du modèle** pour les auteurs en leur permettant d'agréger des comportement dans des sous-ensembles.

### 11.4.3 Evolution des outils

*Noorad* permet aujourd'hui aux auteurs de **modéliser un récit inachevé**. Cependant, comme nous l'avons vu dans les captures d'écran de son interface, cette modélisation n'est pas des plus ergonomiques. En effet, **l'auteur doit gérer ses entités dans une arborescence**. Une évolution possible de cet outil est la **mise à disposition d'une création du modèle totalement graphique**. Ainsi, cette représentation très visuelle permettrait aux auteurs de concevoir efficacement des structures plus complexes.

Une possibilité actuellement envisagée est l'utilisation du générateur d'éditeur graphique d'*Eclipse*. Basé sur les framework *EMF*, Eclipse Modeling Framework, et *GMF*, Graphic Modeling Framework, cette approche permet, **à partir de la définition d'un méta-modèle**, la génération automatique **de logiciel d'édition graphique**. Cependant, les formalismes employés sont complexes, et nous avons préféré terminer *Noorad* dans son état actuel, avant de nous lancer dans cette approche.

Cette perspective doit également mettre en œuvre un aspect hiérarchique puisque **la présence à l'écran de dizaines d'acteurs et de scènes** pourrait empêcher l'auteur de travailler efficacement. Ainsi, un système de zoom, dans une situation ou un actant par exemple, permettrait de considérer le modèle par sous-ensemble plutôt que dans sa globalité.

### 11.4.4 Manipulation d'un récit inachevé pour le récit totalement généré

La définition d'un modèle pour la génération de récit, en co-production avec le spectateur dans le cadre de ces travaux, nous ouvre d'autres perspectives. Ainsi, **ce modèle pourrait ne pas être manipulé par le public, mais par un interprète autonome**. Il serait alors possible de **générer des récits en mouvement sans impliquer le public**. Nous pouvons même aller plus loin dans ce processus. La hiérarchisation de notre modèle, de la structure narrative à la séquence narrative en passant par l'histoire, permettrait **de n'impliquer l'auteur que partiellement, au niveau le plus abstrait** : la définition de comportements. A partir de ces unités atomiques, **un système automatique pourrait prendre en charge la construction des actants, des situations, l'instanciation dans une histoire et la création de la séquence narrative**.

Ce processus peut sembler très complexe à définir, et si les algorithmes de génération pour chaque étape doivent-être intégralement créés, cela peut être le cas. En revanche, **ce découpage en unité nous ouvre les portes des algorithmes évolutifs**. Ainsi, à partir d'un ensemble de comportements, que nous pouvons nommer **des gènes**, nous pourrions **générer aléatoirement des modèles haut-niveau de récit inachevé**. L'algorithme construirait ainsi à partir de ces gènes, des actants et des

situations, avant de les instancier. A partir **des individus** ainsi créés, les récits inachevés générés, il est alors nécessaire de mettre en place **une sélection**. Celle-ci élit les individus parent de la génération suivante. **La définition des heuristiques d'évaluation** pour l'élection des meilleurs récits est le verrou majeur de cette perspective. Mais, une fois celui-ci dépassé, il est possible d'imaginer un système qui, à partir de la structure narrative du *Voyage du Héros* par exemple, puisse générer des récits, structurellement valides et intéressants, automatiquement. Cette approche pourrait aller jusqu'à **la recherche de structure narratives optimales** pour les récits.

L'utilisation des algorithmes génétiques n'est qu'un exemple d'une phase d'apprentissage possible pour un scénariste virtuel. Cette approche, que l'on pourrait considérer comme "Brute Force", est une réelle alternative à des approches basées sur la sémantique.

### 11.4.5 Industrialisation

Ces dernières années, le modèle économique des logiciels est en pleine mutation. **Le système de licence permanente,** qui avait cours jusqu'alors, est entrain d'être remplacé petit à petit par un modèle de **paiement récurrent**. Ainsi, nous pouvons citer le "Creative Cloud" d'Adobe qui met à disposition les outils de l'éditeur pour un abonnement mensuel. L'arrêt de cet abonnement entraine **la révocation des droits d'accès** de l'utilisateur aux fonctionnalités. Ce modèle se retrouve aussi par exemple sur l'hébergeur de sources GitHub, qui propose, en plus des services gratuit accessible à tous, l'achat de certaines fonctionnalités par un paiement mensuel. Cette méthode de distribution est nommée SaaS (Software as a Service), le logiciel comme service. Cette notion s'oppose au logiciel comme bien immatériel.

Une telle approche peut être appliquée à notre chaîne de production pour la narration interactive. Tout d'abord, **la mise à disposition de nos outils de conception au travers des technologies Web**. Les auteurs pourraient ainsi accéder à un espace de travail de manière décentralisé, et ainsi récupérer les récits qu'ils sont en train de construire facilement. Cette approche peut également s'étendre au contrôle : il ne serait alors plus nécessaire d'instancier notre superviseur multi-agent pour chaque logiciel ou pour chaque partie. Nous pouvons proposer un service qui, **à partir des récits inachevés créés par les auteurs** et mis à disposition, commercialement ou non, supervise des applications distantes. Cette supervision se ferait de manière identique à celle que nous venons de présenter, **la communication par socket serait alors remplacée par le protocole HTTP** vers le service SaaS.

# Bibliographie


[Abr74] Jean Raymond Abrial. Data semantics. Universite edition, 1974.

[Abr10] Jean-Raymond Abrial. Modeling in Event-B : System and Software Engineering. Cambridge University Press, July 2010.

[Ayl99] R. Aylett. Towards emergent narrative. In Proceedings of the AAAI Fall Symposium on Narrative Intelligence, pages 83–86, 1999.

[Bar04] Richard A. Bartle. Designing virtual worlds. New Riders, 2004.

[Bar07] Raphaël Baroni. La Tension narrative. Suspense, curiosité et surprise. Seuil, 2007.

[BGK+90] R. D Brandt, V. Garg, R. Kumar, F. Lin, S. I Marcus, and W. M Wonham. Formulas for calculating supremal controllable and normal sublanguages. Syst. Control Lett., 15(2) :111–117, August 1990.

[BK74] Jay G Blumler and Elihu Katz. The uses of mass communications : Current perspectives on gratifications research, volume 3 of Sage annual reviews of communication research. Sage Publications, 1974.

[CPE05] R. Champagnat, A. Prigent, and P. Estraillier. Scenario building based on formal methods and adaptative execution. pages 1–19, 2005.

[Cra84] Chris Crawford. The Art of Computer Game Design. Mcgraw-Hill Osborne Media, January 1984.

[Cra02] Chris Crawford. Art of Interactive Design : A Euphonious and Illuminating Guide to Building Successful Software. No Starch Press, December 2002.

[Csi91] Mihaly Csikszentmihalyi. Flow : the psychology of optimal experience. HarperPerennial, March 1991.

[DCA07] G. Delmas, R. Champagnat, and M. Augeraud. Plot monitoring for interactive narrative games. Proceedings of the international conference on Advances in computer entertainment technology - ACE '07, page 17, 2007.

[DCA10] G. Delmas, R. Champagnat, and M. Augeraud. A storytelling model for educational games : heros interactive journey. Journal of Technology Enhanced Learning, 2 :4 —-20, 2010.

[Eco65] Umberto Eco. L'oeuvre ouverte. 1965.

[Eco85] Umberto Eco. Lector in fabula ou la coopération interprétative dans les textes narratifs. 1985.

[ENST08] Simon Egenfeldt-Nielsen, Jonas Heide Smith, and Susana Pajares Tosca. Understanding video games : the essential introduction. Taylor & Francis, February 2008.

[Fer00] JL Ferrier. Commande par Supervision : outils et synthèse, 2000.

[Gen72] Gérard Genette. Figures I-III. 1972.

[Gen07] Gérard Genette. Discours du récit. Seuil, 2007.

[Gre66] A. J. Greimas. Sémantique structurale, 1966.

[Hee89] Carrie Heeter. Implications of New Interactive Technologies for Conceptualizing Communication. In Jerry L Salvaggio and Jennings Bryant, editors, Media Use in the Information Age Emerging Patterns of Adoption and Consumer Use, pages 217–235. Erlbaum, 1989.

[HMW05] S. Hashtrudi Zad, M. Moosaei, and WM Wonham. On computation of supremal controllable, normal sublanguages. Systems & control letters, 54(9) :871–876, 2005.

[Hui51] Johan Huizinga. Homo ludens : essai sur la fonction sociale du jeu. Gallimard, 1951.

[Kaf06] Emma Kafalenos. Narrative causalities. 2006.

[Kum92] R. Kumar. Supervisory synthesis techniques for discrete event dynamical systems. PhD thesis, University of Kentucky, Austin TX, USA, 1992.

[LA04] S. Louchart and R. Aylett. The Emergent Narrative theoretical investigation. In Narrative ad learning environments conference, page 24, 2004.

[Lau86] Brenda Laurel. Toward the design of a computer-based interactive fantasy system. Ohio State University, 1986.

[Lau91] B. Laurel. Computers as Theatre. chapter 11, pages 109–114. 1991.

[LC90] S. Lafortune and E. Chen. The infimal closed controllable superlanguage and its application in supervisory control. IEEE Transactions on Automatic Control, 35(4) :398–405, April 1990.

[LPY97] Kim Guldstrand Larser, Paul Petterson, and Wang Yi. UPPAAL in a nutshell. International Journal on Sowtware Tool for Technology Transfert, 1 :134–152, 1997.

[LSKA08] S. Louchart, I. Swartjes, M. Kriegel, and R. Aylett. Purposeful Authoring for Emergent Narrative. In Proceedings of the First Joint International Conference on Interactive Digital Storytelling, Erfurt, Germany, Berlin, volume 5334 of Lecture Notes in Computer Science, pages 273–284. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 2008.

[Mat00] Michael Mateas. A Neo-Aristotelian Theory of Interactive Drama, 2000.

[Mat04] Michael Mateas. A preliminary poetics for interactive drama and games. In Noah Wardrip-Fruind Harrigan and Patrick, editors, First Person : new Media as Story, performance and Game. Cambridge MA : MIT Press, 2004.

[MB84] Bertrand Meyer and Claude Baudoin. Méthodes de programmation. Collection de la Direction des études et recherches d'Électricité de France, ISSN 0399-4198 ; 34. 1984.

[MBP04] I. Machado, P. Brna, and A. Paiva. 1, 2, 3 .... Action ! Directing real actors and virtual characters. Lecture notes in computer science ; Vol.2105, pages 36–41, 2004.

[MH86] D Morley and Stuart Hall. Family Television : Cultural Power and Domestic Leisure. Routledge, an imprint of Taylor & Francis Books Lt, 1986.

[ML03] B. Magerko and J. Laird. Bulding an interactive drama architecture. In 1st international conference on technologies for itneractive digital storytelling and entertainment, Darmstadt, 2003.

[MPB01] Isabel Machado, Ana Paiva, and Paul Brna. Real Characters in Virtual Stories. In Olivier Balet, Gérard Subsol, and Patrice Torguet, editors, Lecture Notes In Computer Science ; Vol. 2197, volume 2197, pages 127–134. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 2001.

[MPP01] I. Machado, A. Paiva, and R. Prada. Is the wolf angry or... just hungry ? International Conference on Autonomous Agents, page 370, 2001.

[MST03] Michael Mateas, Andrew Stern, and Georgia Tech. Façade : An Experiment in Building a Fully-Realized Interactive Drama. In Game Developers Conference, volume 2, 2003.

[Nat04] Stéphane Natkin. Jeux vidéo et médias du XXIe siècle : Quels modèles pour les nouveaux loisirs numériques ? Vuibert, September 2004.

[NV03] S Natkin and L Vega. A petri net model for the analysis of the ordering of actions in computer games. In GAME'ON 2003, 2003.

[Per97] Charles Perrault. Contes de ma mère l'Oye. L'Ecole des Loisirs, January 1697.

[Pet62] CA Petri. Kommunikation mit Automaten. PhD thesis, 1962.

[Pha13] Phuong Thao Pham. Architecture à base de situations pour le traitement des quiproquos dans l'exécution adaptative d'applications interactives. PhD thesis, 2013.

[Pic11] François Picard. Contextualisation & Capture de Gestuelles Utilisateur : Contributions l'Adaptativité des Applications Interactives Scénarisées. PhD thesis, 2011.

[PPMG] Rui Prada, Ana Paiva, Isabel Machado, and Catarina Gouveia. " You cannot use my broom ! I ' m the witch , you ' re the prince " : Collaboration in a Virtual Dramatic Game. In ITS 2002. Springer.

[Pro28] V. Propp. Morphologie du conte. Editions d edition, 1928.

[RB13] MO Riedl and Vadim Bulitko. Interactive Narrative : An Intelligent Systems Approach. AI Magazine, 2013.

[RPE+09] N. Rempulski, A. Prigent, P. Estraillier, V. Courboulay, and M. Perreira. Adaptive Storytelling based on model-checking approaches. International Journal of Intelligent Games and Simulation, 5(2) :33, 2009.

[RS06] Jean-Hugues Réty and Nicolas Szilas. Création de récits pour les fictions interactives : simulation et réalisation. Hermes Science Publications, September 2006.

[RW87] PJ Ramadge and WM Wonham. Supervisory Control of A Class of Discrete Event Processes. SIAM Journal Control and Optimization, 25(1) :206, 1987.

[RW88] PJ Ramadge and WM Wonham. Modular Supervisory Control of Discrete-Event Systems. Mathematics of Control, Signal and Systems, 1(1) :13–30, 1988.

[RW89] Karl Erik Rosengren and Swen Windahl. Media matter : TV use in childhood and adolescence. Ablex Pub. Corp., 1989.

[RW91] Karen Rudie and W. Murray Wonham. The infimal prefix-closed and observable superlanguage of given language. Syst. Control Lett., 15(5) :361–371, January 1991.

[SK01] Shengbing Jiang and R. Kumar. Supervisory control of discrete event systems with CTL* temporal logic specifications. volume 5, pages 4122–4127 vol.5. IEEE, 2001.

[SMP03] Daniel Sobral, Isabel Machado, and Ana Paiva. Managing Authorship in Plot Conduction. In Olivier Balet, Gérard Subsol, and Patrice Torguet, editors, LECTURE NOTES IN COMPUTER SCIENCE ; Vol. 2897, volume 2897, pages 57–64. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 2003.

[Soh07] P Sohet. Images du récit. Puq, 2007.

[Sou50] Etienne Souriau. Les 200 000 situations dramatiques. Flammarion edition, 1950.

[Sou51] Etienne Souriau. La structure de l'univers filmique et le vocabulaire de la filmologie. Revue internationale de filmologie, 1951.

[Sou99] Etienne Souriau. Vocabulaire d'esthétique. Presses Universitaires de France, 1999.

[SZ04] Katie Salen and Eric Zimmerman. Rules of play : game design fundamentals. MIT Press, 2004.

[Szi99] Nicolas Szilas. Interactive drama on computer : beyond linear narrative. Artificial Intelligence, 1999.

[Szi04] N. Szilas. Stepping into the interactive drama. LECTURE NOTES IN COMPUTER SCIENCE., pages 14–25, 2004.

[Szi08] N. Szilas. IDtension–Highly Interactive Drama. Proceedings of the Fourth Artificial Intelligence and Interactive Digital Entertainment Conference, pages 224–225, 2008.

[Tod69] Tzvetan Todorov. Grammaire du Décaméron. Mouton, 1969.

[Wei00] Jean-Louis Weissberg. Présences à distance : Déplacement virtuel et réseaux numériques : pourquoi nous ne croyons plus à la télévision. L'Harmattan, May 2000.

[YR05] R Michael Young and Mark O Riedl. Integrating plan-based behavior generation with game environments. In Newton Lee, editor, ACE 2005, page 370, New York, NY, USA, 2005. ACM.