

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

«APPARATUS»

SYSTÈME DE REPRÉSENTATION

ET D'APPROPRIATION

DE DONNÉES ÉQUIVOQUES

MÉMOIRE

PRÉSENTÉ

COMME EXIGENCE PARTIELLE

DE LA MAÎTRISE EN COMMUNICATION

Par

SÉBASTIEN RAINVILLE-PITT

AOÛT 2007

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL
Service des bibliothèques

Avertissement

La diffusion de ce mémoire se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire *Autorisation de reproduire et de diffuser un travail de recherche de cycles supérieurs* (SDU-522 – Rév.01-2006). Cette autorisation stipule que «conformément à l'article 11 du Règlement no 8 des études de cycles supérieurs, [l'auteur] concède à l'Université du Québec à Montréal une licence non exclusive d'utilisation et de publication de la totalité ou d'une partie importante de [son] travail de recherche pour des fins pédagogiques et non commerciales. Plus précisément, [l'auteur] autorise l'Université du Québec à Montréal à reproduire, diffuser, prêter, distribuer ou vendre des copies de [son] travail de recherche à des fins non commerciales sur quelque support que ce soit, y compris l'Internet. Cette licence et cette autorisation n'entraînent pas une renonciation de [la] part [de l'auteur] à [ses] droits moraux ni à [ses] droits de propriété intellectuelle. Sauf entente contraire, [l'auteur] conserve la liberté de diffuser et de commercialiser ou non ce travail dont [il] possède un exemplaire.»

AVANT-PROPOS

«Pas de contenu, pas de substance!»

Cette critique adressée par nos professeurs Louis-Claude Paquin et Jean Décarie à l'égard de notre projet, lors d'un cours conjoint à l'hiver 2003 (*Paradigmes pour l'étude de la communication et Méthodologie de la recherche – production en multimédia interactif*), nous avait choqué. Cependant, nous sommes en mesure de constater qu'elle était en somme juste dans la mesure où notre idée n'avait pas encore été formalisée avec cohésion.

Alors que nous jonglions avec des idées dont la portée n'était pas encore circonscrite, cette remarque aurait pu nous décourager. Toutefois, c'est l'effet inverse qui s'est produit. En rétrospective, nous croyons que l'objectif de cette critique était de stimuler notre engagement à l'endroit de notre domaine d'étude. Nous avons donc entrepris de nous approprier de nouvelles connaissances dans le but avoué de valider notre intention. À cette étape de notre démarche, cette dernière était une intuition simple, mais forte. Nous voulions produire du sens, à l'intérieur d'un système interactif, sans créer le sens en lui-même, comme une conversation lors d'une rencontre fortuite avec un ami ou un inconnu nous fait du sens.

Dans ces circonstances, il n'est pas étonnant que notre directeur de mémoire ne soit nul autre que l'indicateur de cette dissonance, Jean Décarie, dont nous saluons l'apport et l'empathie.

Depuis, ce fut une période faste, remplie de défis et d'obstacles. Toutefois, nous n'avons jamais manqué d'encouragements au cours de notre cheminement, surtout de la part de notre famille.

Nous aimerions remercier particulièrement Rowena Roy pour son aide et son intérêt soutenu durant ces années d'études.

Ce mémoire-création est dédié à mon père, Guy W. Pitt (1940-2003).

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS	ii
LISTES DES FIGURES ET DES TABLEAUX	v
RÉSUMÉ	vi
INTRODUCTION	1
CHAPITRE I DE L'ONTOLOGIE À LA REPRÉSENTATION	3
1.1 Introduction	3
1.2 La notion d'être	4
1.3 La notion de représentation	5
1.4 La notion d'idée	6
1.5 La notion de temps	8
1.6 La notion d'entité	9
1.7 Le formalisme et le logicisme	10
1.8 La notion biologique	10
1.9 La notion de description	11
1.10 Langage et logicisme	13
1.11 La notion de métaphore	13
1.12 Conclusion	14
CHAPITRE II LE DOMAINE BIOLOGIQUE	16
2.1 Introduction	16
2.2 Auto-organisation	17
2.3 L'organe de la forme	17

2.4 Le domaine consensuel	18
2.5 Le point de vue de l'observateur.....	19
2.6 Conclusion.....	20
CHAPITRE III LE SYSTÈME MODÉLISÉ	23
3.1 Introduction	23
3.2 Wolfram	23
3.3 L'image	26
3.4 L'avatar/automate	27
3.5 Les comportements	28
3.6 L'interactivité.....	29
3.7 Le son.....	29
CONCLUSION.....	31
BIBLIOGRAPHIE	33

LISTES DES FIGURES ET DES TABLEAUX

Figures		Pages
3.1	Génération en anneau de trente-deux unités	24
3.2	Graphique de génération	25
3.3	Schéma du processus d'«Apparatus» en cercle et en cylindre	25
3.4	Forme sphérique engendrée	26
3.5	Différentes formes d'automates	27
3.6	Photo d'un phénomène biologique (tige d'une plante)	27
3.7	Interaction entre avatar et automate.....	28
Tableaux		
3.1	Table de vérité (opérateurs logiques).....	29

RÉSUMÉ

L'objectif du projet «Apparatus» est de créer un système interactif dont le modèle ultime est la conversation, c'est-à-dire un système où le participant et l'automate s'engagent dans une dynamique dialogique. Il s'agit d'un mémoire-crédation contenant deux facettes. L'une est la création d'un processus automate basé sur des algorithmes déterministes et modélisés à l'aide du logiciel de programmation Max/MSP/Jitter permettant d'effectuer des performances en temps réel, et l'autre consiste à présenter, à l'aide du document d'accompagnement, les notions sous-jacentes à notre démarche de création.

Les sujets traités dans ce mémoire touchent les relations ontologiques, l'intentionnalité, la représentation et la modélisation du vivant d'un système interactif.

Mots clés : interaction, conversation, automate, participant, représentation, autopoïèse

Directeur de mémoire production : Jean Décarie
Directeur du Laboratoire des médias interactifs
École des médias, UQÀM

INTRODUCTION

Le terme *apparatus* a plusieurs définitions. Il est utilisé le plus souvent en anglais pour définir un appareil, et plus précisément un appareil offrant une assistance médicale, comme un respirateur artificiel. Cette analogie s'avère particulièrement intéressante dans le contexte de ce mémoire-crédation, qui tente notamment d'intégrer des modèles de vie artificielle. Le sens étymologique du mot *apparatus*, qui vient du latin *ad-parare* et qui signifie en anglais *to make ready*, est aussi digne de mention. On le traduit littéralement en français : pour rendre prêt, c'est-à-dire, en ce qui nous concerne, ce qui doit être préparé afin d'en rendre compte, ou d'en prendre connaissance.

Animée par une intuition informelle, la quête de ce projet de mémoire tient davantage du processus d'expérimentation que de la recherche du résultat d'un produit intégral. Plusieurs niveaux d'apprentissage technique et de nombreuses notions théoriques se sont ajoutés au fil de nos études. L'ampleur de l'appropriation des divers champs de connaissances nécessaires ne nous a pas orienté vers la résolution d'un problème précis, mais plutôt vers la compréhension d'un domaine dans lequel nous engageons nos efforts. Mais qu'en est-il de ce domaine?

À la fin de notre cheminement, nous nous apprêtons à recevoir le grade de **Maître ès art** en communication. Est-ce à dire que la communication est un art? Dans quel paradigme sommes-nous? Est-ce celui de l'expression, qui, de toute évidence, situe l'auteur au centre de ses propres préoccupations? Est-ce celui de la communication, qui semble vouloir mettre des interlocuteurs au même diapason?

La concentration «multimédia» implique, par ailleurs, un rapport avec une multitude d'interfaces technologiques. Nous avons donc trouvé dans l'informatique un modèle qui nous permet de rendre notre démarche de création viable. Mais pourquoi faut-il faire quelque chose de viable? Du moins, c'est pour faire la preuve que nous pouvons formaliser et communiquer ce à quoi nous pensons.

Nous tentons de «médiatiser» ce processus de communication. Pourquoi? Eh bien, sûrement parce que nous possédons une propension à signifier autrement, et que cela nous permet d'émettre des idées qui nous seraient probablement difficiles à communiquer par d'autres moyens. Mais communiquer nos idées n'est pas une sinécure. Nous tentons à la fois de comprendre et de nous faire comprendre. Effectivement, nous ne cherchons pas à exprimer un sentiment ou une vague impression. Pour nous, il s'agit plutôt de trouver un terrain fertile pour développer un système où participant et procédé automate s'engagent dans une dynamique conversationnelle par un processus d'échange et d'assignation de valeurs. C'est grâce à la malléabilité de modélisation des médias numériques que nous en sommes venu à «re-formaliser» notre intention à la suite d'expérimentations. Au cours de celles-ci, nous nous sommes éventuellement tourné vers des modèles provenant des sciences biologiques, où la rigueur épistémologique n'a rien à voir avec celle dont nous faisons initialement preuve dans le domaine des médias interactifs. À ce sujet, notons simplement nos glissements de sens qui proviennent de notre force d'interprétation et de représentation. Toutefois, nous voulons transmettre le plus fidèlement possible notre idée. Alors comment faire du sens et rendre compte de notre intention sans nous confondre dans des élucubrations confortables? Certes, la métaphore nous permet d'exprimer des idées difficiles à formaliser autrement, mais nous essayons, depuis le début de notre démarche, d'éviter l'appréhension d'un schème esthétique prescrit. Puisque nous voulons communiquer le plus fidèlement possible notre intention, nous évitons cette figure de rhétorique qui est souvent chargée d'émotivité.

De plus, il importe de mentionner notre contexte actuel, lorsque les données systématiquement numérisées sont souvent organisées de telle façon que leur accès présuppose une catégorisation, ou l'assignation de valeurs préalables. Alors, comment faire pour nous engager dans l'échange et la participation afin de transgresser les structures de données rigides et le contrôle de l'information?

Ce mémoire présentera le processus qui nous a permis de réaliser «Apparatus». Le premier chapitre couvre les notions ontologiques étudiées afin de formaliser notre intention. Le second chapitre traite des modèles biologiques intégrés au projet dans un souci de développer un automate interactif. Le troisième et dernier chapitre décrit comment nous avons implémenté les concepts assimilés au moyen de l'informatique.

CHAPITRE I

DE L'ONTOLOGIE À LA REPRÉSENTATION

1.1 Introduction

«Apparatus» est animé d'une volonté de comprendre notre environnement et notre relation avec celui-ci. La question de l'identité est intrinsèque à cette démarche. À défaut de mieux, l'allégorie qui a été initialement proposée est celle d'un «corps de données». L'image, qui est évocatrice de nos déterminations, renvoie aussi à un ensemble de variables qui, *a priori*, n'ont pas de significations et qui peuvent être interprétées de plusieurs façons. C'est avec souci de trouver un sens à cet amalgame d'équivoque que le projet «Apparatus» est développé. Mais, comment saisir notre intention dans son ensemble et rendre compte de toutes ses ramifications?

Nos expérimentations ont débuté par la sélection des données numériques les plus abordables, en l'occurrence des un (1) ou des (0) générés aléatoirement, que nous traitons afin de voir s'il est possible d'obtenir de nouveaux registres de représentation. Il s'agit de nous approprier des données qui, à la base, n'ont ni contexte précis ni présence concrète, et d'essayer d'en faire du sens. Pour cette raison, nous renvoyons ces données à ce qu'elles désignent en mode binaire, soit une condition pouvant présenter l'un de deux états distincts. C'est à partir de ce liant numérique que nous voulons donner forme à notre idée.

C'est à ce moment qu'il nous vient à l'esprit le modèle d'automates cellulaires du *Jeu de la vie* de Conway (1960) où, sur un quadrillage, des cellules naissent, vivent et meurent selon des règles strictes définies à l'avance. Néanmoins, une fois qu'ils sont créés, nous ne pouvons que constater le devenir de ces automates sur lesquels nous n'avons plus aucune prise. Nous ne pouvons aucunement interagir avec ces cellules. Nous ne faisons qu'observer leur déroulement jusqu'à la mort du système sans pouvoir intervenir. Certes, assemblées elles présentent une forme, mais elles ne prennent pas forme dans cet espace. La forme de cet automate est hétéronome, car c'est le schème de la matrice qui agit comme substrat.

L'environnement est le domaine de détermination, imposant ses règles sur l'ensemble des cellules.

Or, chaque forme qui émerge des règles globales ne se dégage pas du fond pour devenir une entité. En outre, les cellules ne s'organisent pas en un ensemble individuel stable contenant des éléments interdépendants et interagissant avec d'autres.

C'est en cherchant ainsi un fondement sur lequel baser nos intentions que nous avons tenté d'en savoir plus sur les notions de prédicat et d'autonomie inhérentes à la notion d'automate cellulaire. Cependant, nous devons faire face à la nécessité de trouver un support viable qui fera de notre processus automate une entité reconnaissable lors de l'interaction avec un participant afin qu'il puisse converser avec lui. Pour ce faire, cette entité doit prendre forme, de la même manière que notre intention; elle doit se détacher d'un fond pour produire du sens.

Pour y arriver, nous avons révisé, lors de notre démarche, les concepts ontologiques de la philosophie occidentale les plus susceptibles de répondre à notre quête de formalisation, qui est évidemment marquée par quelque chose. Car, même à l'état d'idée, il est indéniablement question de quelque «chose» et non de «rien». Nous avons aussi étudié les notions de représentation, qui sont utiles à la modélisation d'une entité automate au sein d'un système interactif.

1.2 La notion d'être

Depuis Parménide (520 av. J.-C.), la notion d'être s'adjoint de la notion de permanence, non pas par un concept statique, mais par l'idée de mouvement. Ça bouge! C'est avec un étonnement certain que les philosophes de l'Antiquité ont entrepris de chercher un dénominateur commun à l'expérience. Sinon, comment pouvons-nous expliquer que ça bouge?

Cependant, il semble qu'Aristote (384-322 av. J.-C.) soit le premier à proposer une explication rationnelle : celle du premier mouvement, un premier principe divin (non incarné) qui est requis pour qu'un mouvement continu et universel existe. De plus, c'est par sa formu-

lation, «ousia», que découle la notion d'intentionnalité, c'est-à-dire de la substance, ce qui est en soi et pour soi, l'essence. Aristote déploie ainsi les fondements d'une théorie qui s'intéresse à l'être en tant qu'être. Cette science s'interroge sur ce qui existe avant toute détermination. Dans la logique aristotélicienne, la distinction du sujet et du prédicat est à la fois d'ordre linguistique, d'ordre ontologique (la substance et ce qu'on peut dire d'elle) et d'ordre logique. Rappelons qu'un prédicat implique la création de deux ensembles, celui des arguments pour lesquels le prédicat est vrai et celui pour lesquels il est faux.

À cette époque, Aristote s'interroge sur le renvoi de notre être à l'être, qui précède le langage et rend possible la référence de notre discours à ce qui est. Il a ainsi traité de la substance en tant qu'entité, c'est-à-dire si elle pose une seule sorte de réalité matérielle ou physique à laquelle toutes les autres réalités (vie, conscience ou esprit) seraient réductibles, ou si, au contraire, la science doit postuler une pluralité de niveaux de réalités, irréductibles les uns des autres. Ainsi, nous nous questionnons : est-ce que la substance est matière? est-ce que l'intention est incarnée?

1.3 La notion de représentation

À travers le temps, la question de l'être ne s'épuise pas. C'est même parce qu'elle est plus grande que la réponse de la métaphysique qu'elle ne cesse de renaître sous des formes nouvelles.

Pour Kant (1724-1804), la raison s'avère être une activité de représentation. Elle est circonscrite par des impressions formées d'abord par notre sensibilité et catégorisée par nos schèmes de pensée. C'est pourquoi nous ne connaissons pas le réel en soi, ou son essence ultime, mais seulement les phénomènes tels qu'ils nous apparaissent. Ce qui attire notre attention, c'est que l'idée que l'on se fait du monde et des choses qui y sont présentes n'est pas nécessairement vraie ou fausse. Être n'est pas un prédicat «réel», car un prédicat réel détermine positivement ce qui fait partie de l'essence d'un concept. Une citation de Grondin (2004) illustre parfaitement ce propos : «Nier l'existence de Dieu n'enlève rien à son concept.»

Ainsi, tout rapport au monde ne peut s'effectuer que par notre capacité de représentation. Lorsque les choses qui sont présentes dans le monde arrivent à notre connaissance, elles deviennent des représentations de ces mêmes choses à la lumière des catégories de connaissances que nous possédons. En quelques mots, en se représentant le monde, on peut se tromper sur celui-ci.

Pour Kant, puisque nous ne pouvons être au fait de la réalité, la seule façon d'être libres consiste à nous représenter ce qui nous plaît individuellement et à nous donner notre propre loi. Nous agissons ainsi conséquemment avec nous-même par rapport à ce que nous sommes en mesure de nous représenter. À cause de ce fait, c'est la nature de l'autonomie qui caractérise en propre le règne de la liberté.

1.4 La notion d'idée

Du point de vue de Kant, les choses en soi sont des concepts universels qui tendent à transcender notre expérience. Quoique nous ne soyons pas avertis de leurs prédicats, qu'ils soient vrais ou faux, leurs phénomènes prouvent l'influence qu'elles ont sur notre sensibilité ; ils supposent le fait de leur existence, comme une idée de celle-ci, une impression intangible, mais intelligible par notre force de représentation.

À titre d'exemple, aujourd'hui de nombreux astronomes réfutent la mise en représentation de modèles standards de l'univers, car ceux-ci touchent notre sensibilité et nous amènent à croire en leur véracité alors qu'ils peuvent bien être irréels. Il n'y a évidemment rien de mal à se représenter les choses, mais il ne faut pas se complaire dans ces représentations.

À la même époque, Newton (1643-1727) justifie son idée d'une connaissance *a priori* des lois de la nature grâce à cette métaphysique «théorique». Pour lui, c'est à partir de notre entendement que nous pouvons saisir les lois universelles qui existent *a priori*. Selon lui, les lois existent donc avant la connaissance des phénomènes.

Chez Kant, la distinction entre les phénomènes et les choses en soi a pour but de marquer les limites de la connaissance humaine. Jacobi (1743-1819) se demande en revanche comment nous pouvons avoir conscience d'une influence des choses en soi sur notre sensibi-

lité si nous ne pouvons jamais sortir de l'enclos de nos représentations. Comment peut-on prendre conscience d'un phénomène si on peut seulement s'en faire une idée à partir de nos schèmes de représentation?

Pour les idéalistes, toute l'expérience apparaît comme un produit de la subjectivité, et ce produit n'est pas une simple impression intangible, mais un être bien réel, puisqu'il tient sa réalité du sujet lui-même. Si l'on en croit les idéalistes, les choses sont ce que nous voulons en faire. Reinhold (1758-1823) ajoute que le fait le plus élémentaire de la conscience est que toute représentation implique une relation à un sujet et à un objet. Nous voyons que ce principe n'a pas lieu d'être mis à l'extérieur de l'expérience, car la source de tout raisonnement vient de l'intérieur de nous-même, donc de notre conscience.

De plus, pour faire foi de la relation entre le sujet et l'objet, Fichte (1762-1814) suggère un «agir absolument premier» où le sujet est pure activité, où il se situe lui-même en tant qu'objet prêt à conditionner son agir. L'autoposition de Fichte expliquerait l'origine des représentations qui se déduisent par la conscience. Nous pensons pouvoir soutenir que la représentation, par rapport aux idéalistes allemands, est la relation entre un sujet-objet et la représentation de soi-même en tant que sujet-objet vis-à-vis les autres sujets-objets du monde. Sinon comment pouvons-nous expliquer cette nécessité, cette certitude de l'existence qui ne peut se situer qu'au sein du moi ou de la conscience? En fin de compte, le moi se détermine par tout ce qu'il n'est pas.

Schelling (1775-1854) pense en termes d'absolu. Il est d'ailleurs le premier idéaliste à penser que la nature se reconnaît elle-même, car elle est déjà assujettie à l'autonomie, à la finalité, à la liberté et à la nécessité, bien avant que ses catégories ne deviennent des propriétés du moi humain. Pour lui, penser la nature, c'est nous penser nous-même.

Hegel (1770-1831) reproche à Schelling d'obscurcir l'absolu en y intégrant tout et rien. Pour Hegel, il faut prendre en compte le savoir historique des prédécesseurs, car le but du savoir absolu prend pour chemin le souvenir des esprits. Hegel présente sa philosophie comme celle qui vient de l'idée, substance intègre et conséquente de l'esprit. Toutes les choses, les finitudes, ne sont que des instances éphémères qui se représentent en nous. Si l'on

en croit Hegel, les phénomènes ne sont qu'une idée de l'esprit et proviennent de celui-ci. Son système, c'est l'incarnation de l'essence divine, le symbole de l'esprit.

Par un positionnement moraliste, Schelling constate le fait du bien et du mal qui est propre à l'homme. Selon lui, le fait de choisir un de ses deux états de conscience en fait un raisonnement qui est déterminant de notre liberté. Mais, si Dieu est tout, comme une nature présente, comment peut-il permettre un système à l'extérieur de lui? Nous notons que, pour Schelling, le choix entre le bien et le mal est caractéristique du vouloir de l'homme, et le fait de son intention. Mais Schelling n'assume pas le fait d'une limitation divine en raison qu'un système, en l'occurrence l'homme et son intention, serait à l'extérieur de l'entendement de Dieu.

Pour expliquer ce fait, Schelling distancie l'essence de Dieu de son fondement comme le rapport d'un fils à son père. Nous pouvons voir ici une relation ontologique, comme un substrat qui se dégage d'un fond. Inséparable de lui-même, selon Schelling, le fondement de Dieu peut être distingué de son existence. Heidegger (1889-1976) reprendra le terme d'après son sens étymologique, c'est-à-dire la notion d'existence comme l'être hors de soi.

1.5 La notion de temps

De la même manière, Heidegger parle de «*Dasein*», qui signifie en allemand courant «être là». Cette notion désigne à la fois une temporalité et une situation par rapport à ce qui est, mais surtout par rapport à ce qui ne sera plus. L'être, pour Heidegger, est un sujet périssable qui se réfugie dans l'inauthenticité pour fuir l'angoisse de l'objet de sa vraie nature (Grondin, 2004). D'après nous, cela illustre notamment le fait d'un prédicat, celui de la mort inévitable.

Dans la même veine, en tant qu'ultime existentialiste, Sartre (1905-1980) réduit l'essentiel de l'homme à l'insouciance de sa condition mortelle provenant de la négation de ce néant. Pour citer Sartre, «Condamné à être libre», l'homme n'est, au final, qu'une «passion inutile». Il ajoute plus loin : «Un homme s'engage dans sa vie, dessine sa figure, et en dehors de cette figure, il n'y a rien.» À notre avis, Sartre est empreint d'une fatalité absolue, puisqu'il voit en l'homme la certitude d'une finitude incommensurable qui ne sait trouver racine dans

aucune raison compréhensible à lui-même. La liberté de l'homme est un fardeau, puisqu'elle ne le renvoie qu'à son objet.

En revanche, pour Derrida (1930-2004), il y a une notion intéressante de temps dans la relation de sujet-objet. Derrida décrit une temporalité à partir de la distinction du signifiant et du signifié. Le signifiant renvoie à une présence, celle du signifié, même si celui-ci n'est pas présent. Par exemple, lorsque l'on dit «chaise» sans être en présence de cet objet, nous avons tous une idée de ce que c'est : une plateforme supportée par des pattes et dotée d'un dossier. En art, Joseph Kosuth a bien présenté cette idée (*One and Three Chairs*, 1965). (http://en.wikipedia.org/wiki/One_and_Three_Chairs)

Par cela, Derrida s'intéresse à la question de la présence en métaphysique. Il y a une déconstruction du sujet et de l'objet. Nous pouvons ainsi nous référer à nous-même ou à tout objet à différents moments dans le temps, passé ou futur, mais aussi dans tout autre endroit.

À la lumière de cette lecture, il nous apparaît clairement que le temps est un vecteur déterminant de l'être. Malgré ces différentes réifications ontologiques, c'est par son positionnement à l'intérieur d'une temporalité que l'être définit sa présence. L'automate que nous développons n'échappe pas à ce paradigme. Il doit se déployer dans le temps et dans un espace accessible par le participant pour faire acte de présence.

1.6 La notion d'entité

Pour rendre notre intention concrète, nous cherchons également à donner forme à notre automate. En effet, nous désirons construire une entité et, pour ce faire, il nous faut la représenter. Ainsi, nous examinons comment la science a considéré et formulé la notion d'entité. Or, le langage semble nous jouer des tours lorsqu'il s'agit de déterminer le réel. Certains mots sont chargés de symboliques qui nous éloignent des véritables processus. Ces écarts de langage nous amènent dans des schèmes de représentation qui, souvent, ne nous permettent pas de nous approprier de nouveaux domaines de connaissance.

Nous avons donc voulu éclaircir les cadres référentiels de ces observations par la lecture des différents niveaux de langage, soit le domaine expressif et celui de la description, qui caractérisent le domaine de la représentation.

Il faut préciser qu'une entité théorique est une forme construite qui n'a de sens que dans le cadre d'une théorie. Comme en mathématique, ces entités sont souvent basées sur des axiomes, c'est-à-dire des principes de base qui sont tenus pour vrais par convention.

1.7 Le formalisme et le logicisme

Deux écoles de pensée découlent de l'axiomatique : le formalisme et le logicisme. Du point de vue des mathématiques, le formalisme, auquel le nom de George Boole (1815-1864) est intimement lié, consiste en opérations considérées en elles-mêmes, indépendamment des matières diverses auxquelles elles peuvent être appliquées. Le logicisme nous rappelle étrangement la notion de connaissances des choses en soi de Kant, c'est-à-dire qu'il consiste en un ensemble de notions inséparables de leur sens considérées comme un terme universel intelligible *a priori* de la pensée rationnelle, comme les notions de concept et d'extension d'un concept, c'est-à-dire de classe et d'identité. À notre sens, cela donne lieu à des approches de modélisation de processus automate différents. Le formalisme va de pair avec l'auto-organisation alors que logicisme est lié à l'instruction.

1.8 La notion biologique

Au cours de nos recherches, nous avons remarqué que des sciences comme la biologie tendent à questionner notre mode de description du vivant à partir de ce qui est observable. La biologie d'Edelman (1929-) est une science empiriste où chaque nouvelle tentative de compréhension du monde par un modèle philosophique est une construction d'une certaine vision du monde qui est personnelle à celui qui l'a élaborée. La biologie animée d'un certain positivisme s'éloigne du seul domaine des impressions caractérisées par la phénoménologie. Edelman voit en cette philosophie une tentative d'explication de la conscience et de l'existence basée sur des considérations délibérément non scientifiques.

C'est pour cette raison qu'Edelman jette les bases de toute vision scientifique en s'appuyant sur trois principes. Premièrement, le monde est réel. Il est sujet aux lois de la physique. Deuxièmement, nous faisons partie de ce monde, nous suivons ses lois et nous sommes le produit d'une évolution à partir d'une origine ancienne. Troisièmement, il est possible de comprendre la conscience sur des bases biologiques (Edelman, 2000).

Pour Edelman, la façon de contrer les élucubrations et les impasses consiste à construire une théorie du cerveau fondée sur des principes sélectionnistes, c'est-à-dire en s'appuyant sur la théorie évolutionniste de Darwin. Rappelons que la théorie évolutionniste postule l'apparition, au cours de l'évolution, de nouvelles morphologies ayant donné naissance à l'esprit.

Ajoutons qu'en science, l'adoption de certaines règles de concordance est avantageuse, surtout pour la théorie physique, car elle permet d'établir une analogie entre des entités qui demeurent distinctes, mais que l'on considère comme équivalentes du point de vue de leur relation fonctionnelle (ex. : $\pi = 3.1416$). Ces règles permettent de remplacer les choses non observables par des choses observables dans un énoncé portant sur des entités construites.

Il n'en reste pas moins qu'en biologie, Edelman soutient que nous ne sommes pas régis par les lois des astres et il conclut en rejetant l'idée selon laquelle une théorie de la physique suffisamment sophistiquée serait nécessaire pour parvenir à expliquer l'esprit (Edelman, 2000).

Il nous apparaît que pour arriver à comprendre le vivant, les biologistes tentent de décrire les phénomènes observés par des nomenclatures qui sont distinctes de celles que les autres sciences ou philosophies ont utilisé jusqu'à présent et c'est avec un souci épistémologique qu'ils tentent de s'approprier la compréhension d'une intentionnalité matérialisée.

1.9 La notion de description

De son côté, Varela (1946-2001) introduit la notion de description opérationnelle dans le domaine des phénomènes observables. Ce que Varela explique est un réseau de relations no-

miques obéissant à des lois dans un rapport de finalité qui tend délibérément vers un but. La position idiomatique de toutes les communautés scientifiques suppose que les phénomènes ont lieu dans un certain ordre ou selon une certaine matrice. Il devient alors possible pour les observateurs de concentrer leur attention sur des structures qui les intéressent à un certain moment donné de l'ordre. Or, selon Varela, ces notions ne sont qu'un moyen symbolique de se représenter les choses, et cette idée ne s'applique pas au vivant.

Lorsque Varela parle du vivant et d'un système qui s'auto-organise, il parle du concept de l'autopoièse, en d'autres mots, de l'autoproduction. Voici comment Varela présente le vivant :

L'idée d'autopoièse s'appuie sur l'idée d'homéostasie et la développe dans deux directions importantes. D'une part, en transformant toutes les références de l'homéostasie en références internes au système lui-même. D'autre part, en affirmant que l'identité d'un système, que nous appréhendons comme unité concrète, provient de l'interdépendance des processus. Ces systèmes produisent leur identité; ils se distinguent eux-mêmes de leur environnement : c'est pourquoi nous les nommons autopoiétiques, du grec *autos* (soi) et *poiein* (produire). (1989)

Il estime que la finalité ne joue aucun rôle de cause à effet au sein d'un système vivant et qu'il n'y a pas lieu d'y circonscrire une explication ultime du vivant. Cela s'applique à toutes les notions assujetties au langage, telles que le message, l'information et le code. Ce qui est d'autant plus intéressant dans l'argumentaire de Varela, c'est que, selon lui, lorsqu'un observateur tente de décrire un phénomène, il court-circuite les événements et concentre son attention de manière arbitraire sur certaines relations seulement.

Pour citer Varela : «La possibilité d'ignorer délibérément des liens nomiques intermédiaires est à la base de toute description symbolique. Ce qui est caractéristique d'un symbole, c'est l'existence d'une distance, d'une relation quelque peu arbitraire entre le signifiant et le signifié.» (Varela, 1989)

Nous voyons dans cet exposé une tentative de nommer les choses pour ce qu'elles sont, afin de comprendre les systèmes vivants et de faire du sens de notre environnement. Plusieurs autres penseurs ont essayé, par le passé, d'élaborer des théories du langage dans le même but. Mais, lorsqu'il s'agit d'effectuer des modélisations artificielles, il nous apparaît que c'est Varela qui a le mieux cerné cette problématique, et ce, afin de mieux faire concorder la représentation de l'organisation du vivant avec ce que l'on observe dans la nature.

Cette idée est une préoccupation centrale de notre démarche et surtout prise en considération dans la modélisation de notre automate.

Il est tout de même intéressant de considérer d'autres approches, comme celle de Bertrand Russell (1872-1970) afin de constater l'influence de son argumentaire dans le domaine de la création des processus automatés.

1.10 Langage et logicisme

Pour Frege et Russel, le discours est le langage mis en action. Par exemple, la logique «Si... alors» est un raisonnement déductif qui tire ses conclusions d'une proposition admise comme vraie. La phrase est donc une combinaison circonstancielle entre des signes visant à l'expression des sujets, à la communication et à la représentation de la réalité. Notons à cet effet que la formule «Si... alors» est couramment utilisée comme instruction conditionnelle dans les langages de programmation informatique.

Cependant, l'entreprise logiciste de Frege et Russel était marquée d'une limitation en ce qui concerne les représentations spontanées des langues naturelles. Il fallait, pour résoudre cette situation, développer un système qui se rapproche encore davantage du cadre formaliste et des mathématiques algébriques.

1.11 La notion de métaphore

La fonction expressive du langage se distingue de ses fonctions référentielle, descriptive, informative et impérative. Caractérisée par la spontanéité du langage, l'expression révèle souvent une sensibilité concernant le sujet. C'est dire que la propriété du sujet, le prédicat, prend soudainement une forme chargée d'émotivité, d'attitude ou de sentiment. Prenons l'exemple des deux phrases suivantes, dont la seconde serait une interprétation de l'expression de la première : «elle rougit», «elle est gênée».

Ontologiquement, l'expression fait office d'une manifestation, d'un dévoilement trahissant les émotions et les intentions à l'égard d'un être déterminé. Selon nous, l'expression est aussi liée à la métaphore en ce sens qu'elle établit implicitement un rapport de ressemblance entre

deux réalités, qui n'ont initialement aucune relation analogue formelle. Pour illustrer ce propos, prenons par exemple cette métaphore de Nelligan : «Qu'est devenu mon cœur, navire déserté». Certes, par cette expression nous pouvons comprendre le désarroi d'un amoureux, nous identifier à lui, le plaindre ou être totalement indifférent à son égard. Mais encore faut-il être au courant du contexte de l'auteur pour en comprendre le vrai sens s'il en est un. Quoiqu'il en soit, il s'agit d'une représentation qui donne au cœur des propriétés différentes de celles dont il est biologiquement l'objet. C'est par souci d'obtenir un rapport formel entre l'idée et la modélisation de l'idée que nous avons essayé d'éviter cette forme expressive dès notre énoncé d'intention.

1.12 Conclusion

Dans notre démarche, nous avons d'abord établi pourquoi notre intention n'était pas en accord avec la représentation traditionnelle d'un automate cellulaire. Nous avons aussi remarqué que nos forces d'interprétation et de représentation entraînent souvent des glissements de sens et des écarts de langage qui, à leur tour, causent une distance entre ce qui «est» et ce que nous en pensons.

Cependant, la représentation est nécessaire pour faire du sens de notre entourage. Nous désirons connaître notre environnement et, pour ce faire, nous devons nous approprier ce qui nous entoure. Cette intention est présente et constante, tout au long de notre recherche et de notre démarche de création. Cette quête de signification nous a mené vers la métaphysique, qui nous a permis de mieux comprendre les notions ontologiques des substances, des prédicats, des notions d'identité, de temps et d'autonomie.

Or, la métaphysique n'induit pas à partir d'expériences systématiques, mais bien à partir de la réflexion abstraite. Force est de constater qu'il nous manque un niveau granulaire afin de définir de façon concrète comment se produit et s'organise une entité vivante. La métaphysique et l'ontologie ne nous présentent aucune façon de modéliser nos idées autrement que par la théorie. L'étude de la biologie est ainsi devenue notre nouvel environnement d'exploration. Un domaine où l'observation empirique est une méthode commune d'étude.

Notons que la théorie moderne des champs quantiques fournit une description d'un ensemble de propriétés formelles de la matière et de l'énergie à toutes les échelles, mais elle ne contient pas de théorie de l'intentionnalité. L'étude physique nous permet d'aller jusque-là, mais pour décrire l'intentionnalité, ou du moins pour tenter d'en représenter les comportements, à notre avis, il nous faut nécessairement étudier la biologie.

CHAPITRE II

LE DOMAINE BIOLOGIQUE

2.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous présentons le point de vue de la biologie et les constatations d'éminents chercheurs, comme Edelman et Varela, à propos de l'organisation du vivant. De plus, nous faisons ressortir les points intéressants desquels nous nous inspirerons pour élaborer notre processus automate. Les notions que nous souhaitons mettre en lumière dans ce contexte sont celles du processus de distinction identitaire qui est inhérent à l'auto-organisation afin que l'entité se discerne de son milieu et soit elle-même son propre substrat.

Notre point de vue débute avec les constatations d'Edelman au sujet de l'évolution. Pour lui, l'hypothèse évolutionniste consiste à dire que la conscience est une propriété phénotypique apparue à un moment donné dans l'évolution des espèces. C'est donc dire que toute morphologie, soit la forme des entités vivantes, est le résultat d'une adaptation constante à lui-même et à son milieu. Edelman considère que l'apparition tardive de l'intentionnalité comme phénomène mental est un type spécifique de morphologie (incarnation de l'esprit).

Varela ajoute, dans le but d'expliquer les processus de cette évolution, que toute transformation morphologique est le résultat d'un processus de reproduction. Donc, l'évolution vient en second par rapport au phénomène de la reproduction. Ajoutons que la reproduction est un processus de changement d'états successifs. Il s'agit donc d'une chaîne causale qu'Edelman illustre par l'apparition du langage, qui requiert l'évolution préalable d'un tractus vocal et, ensuite, celle de centres cérébraux de production et de compréhension du langage parlé.

Il nous apparaît que, pour créer une entité artificielle basée sur ces concepts, il nous faut considérer le déploiement de la forme de l'entité à travers le temps.

2.2 Auto-organisation

Afin de bien comprendre ce que signifie un système autopoïétique, il faut définir la notion d'autonomie. En ce qui nous concerne, l'autonomie signifie loi propre. C'est une forme particulière de processus où des parties se spécifient l'une et l'autre. Ainsi, ce qui caractérise une auto-organisation c'est que sa structure et son fonctionnement sont des propriétés émergentes de l'évolution du système lui-même. C'est ce qui caractérise un comportement fonctionnel et qui produit un sens. Varela explique cela comme :

[...] un réseau de processus de production de composants qui régénèrent continuellement par leurs transformations et leurs interactions le réseau qui les a produits, et qui constituent le système en tant qu'unité concrète dans l'espace où il existe, en spécifiant le domaine topologique où il se réalise comme réseau. (1989)

La caractéristique principale de ces systèmes a trait à leur viabilité en tant qu'individus. Pour se maintenir, ces entités doivent conserver leur équilibre face à des perturbations, soit internes ou externes. Leur identité est dépendante de leur capacité à résister à ces dérangements. En bref, les êtres vivants sont des systèmes homéostatiques, des systèmes qui cherchent constamment leur équilibre physiologique propre.

2.3 L'organe de la forme

Depuis le commencement de ce projet, nous désirons donner forme à notre intention de créer un processus automate. La notion de l'organe de la forme est opportune dans notre cas, car elle définit qu'une forme vivante est un ensemble de distinctions spatiales dans un organisme. Cela nous permet notamment de définir davantage l'idée d'une présence automate dans un système interactif. Son autoproduction en tant que système doit définir sa détermination hétérogène en émergeant d'un fond homogène, et ce, en spécifiant sa frontière, qui la distingue de ce qu'elle n'est pas. C'est ce que Varela appelle la clôture opérationnelle. Toutefois, cette clôture ne signifie pour lui en aucun cas une fermeture : la clôture opérationnelle est perméable. Selon Varela, c'est le rapport entre le global et le local qui fournit par la nature cyclique et autoréférentielle des interactions entre les cellules et leur environnement, qui est leur clôture.

Ces notions sont essentielles à la définition de l'interactivité de notre système «Apparatus». À travers des règles simples, nous avons tenté de doter l'automate de son propre processus d'organisation de sa forme, et de lui fournir des comportements compensatoires face à la perturbation d'autres entités.

2.4 Le domaine consensuel

En se distinguant d'un fond, l'unité auto-organisatrice définit un domaine d'interaction. Varela identifie cette relation entre la forme et le fond comme un couplage structurel formé de l'ensemble des déformations que l'entité peut subir sans se désintégrer (Varela, 1989). Autrement dit, le domaine d'interaction est son domaine cognitif.

Plusieurs entités peuvent partager le même domaine cognitif. Au sein de ce couplage par l'entremise d'un domaine d'interaction, toutes les unités se perturbent et s'engagent dans des comportements compensatoires afin de conserver leur identité propre. Selon Varela, ces interactions sont des interactions communicatives. On parle donc ici d'un domaine consensuel où les organismes s'influencent mutuellement en fonction de leur détermination interne. Varela ajoute qu'un domaine consensuel est un domaine linguistique. Ce processus récursif, jusqu'à son interruption, est la base de nos interactions avec un système autonome. Cela est marqué par le paradigme de la conversation, et, lorsque nos échanges sont insatisfaisants, il y a évidemment incompréhension.

À la lumière de cette position, il nous apparaît que la conversation est le summum de l'interactivité. À notre avis, si deux entités peuvent échanger dans un domaine linguistique, nous sommes en mesure de développer un système afin d'engager un participant dans une dynamique conversationnelle avec une entité artificielle. Nous pouvons créer un processus dont le sens qui en émerge est produit par l'interaction d'un participant avec un automate. Lorsque ce principe est implémenté technologiquement, nous considérons cela comme un système interactif dont le modèle ultime est la conversation.

2.5 Le point de vue de l'observateur

Varela fait par ailleurs mention d'un obstacle. Celui des capacités limitées de l'observateur à reconnaître les relations définissant un système en tant qu'unité. C'est par souci de circonscrire les véritables processus d'autocréation d'une unité que nous devons tenir compte de l'existence de notre point de vue. Non pas dans le sens d'une subjectivité, mais, de façon habituelle en physique, dans le sens de conditions objectives d'observation et de mesure. Toutefois, nous ne pouvons pas nous attendre à ce que les descriptions des transformations observables soient équivalentes à ce qui les perturbe. C'est parce que nous interprétons par projection de nos propres expériences qu'il advient une distance entre ce qui se produit et ce que nous pensons qu'il se produit.

Varela explique ce phénomène par le fait qu'il existe une continuité biologique entre les mécanismes cognitifs que nous étudions et ceux que nous utilisons :

D'un côté, nos processus mentaux reposent sur un substrat biologique; de l'autre côté, nos descriptions sont parfaitement capables d'autodescriptions à une infinité de niveaux. Dans le système nerveux, ces deux modes de clôture sont surimposés pour constituer la plus secrète et la plus insaisissable de toutes nos expériences : nous-mêmes. (1989)

Lorsque l'on se réfère à un objet, nous faisons toujours référence au caractère unitaire de ce qui nous apparaît par distinction. C'est à partir de cette approche représentationnelle que nous pouvons considérer les événements occurrents dans un système vivant comme des mécanismes indépendants. Cette différenciation est cadrée par le point de vue de l'observateur. C'est pourquoi ce qui vient de l'extérieur de ce cadre et qui s'en échappe est le plus souvent considéré comme une entrée et une sortie d'information du cadre de référence. Par exemple, considérons la nature comme un vaste domaine qu'il nous est impossible de saisir à partir d'un seul point de vue.

Il n'y a qu'à penser à l'influence des modèles de représentation sur notre compréhension des faits de la réalité. Qui n'a jamais entendu dire que le cerveau humain était un ordinateur? Cette métaphore émane de l'influence qu'a eue von Neumann, inventeur de l'ordinateur digital, sur la science moderne. À ce sujet, Edelman croit qu'il n'y a pas de chose qui pense. En reprenant le «*res cogitans*» de Descartes, il affirme que les particules ne sont pas cons-

cientes. Le cerveau est un système sélectif et non pas une machine de Turing (1912-1954). Rappelons qu'Edelman stipule que ce sont les relations morphologiques qui sont à la base de l'émergence de l'esprit (Edelman, 2000).

Afin d'éviter les pièges de nos représentations, Varela propose de regrouper certains phénomènes ou événements sous une symbolique qui décrirait l'élément initial ou final d'une chaîne nomique. Le code génétique en est un exemple.

Autre penseur influent et fondateur de la cybernétique, Wiener (1894-1964) faisait contre-poids à von Neumann en préconisant une cognition comme activité autonome et auto-créatrice. Il s'agit des modèles d'autorégulateurs ou d'homéostatiques. Wiener définit comme suit le modèle :

Une machine d'une structure plutôt aléatoire et fortuite aura certaines positions proches de l'équilibre, et d'autres loin de l'équilibre. Les états proches de l'équilibre dureront, de par leur nature même, longtemps, tandis que les autres n'apparaîtront que momentanément. Le résultat est que [...] nous avons une apparence d'intentionnalité dans un système qui n'est pas construit pour une fin donnée, simplement parce que l'absence de finalité est par sa nature même transitoire [...] (*The Human Use of Human Beings*, 1954)

Mais, c'est l'orientation de von Neumann qui est devenue prépondérante. Elle a donné naissance à l'informatique, car cette optique est basée sur la résolution de problème et a été associée au développement de la plupart des sciences de l'ingénieur.

Toutefois, selon Varela, cette interprétation ne rend pas justice au phénomène d'autopoïèse. Elle réduit les relations entre les organismes vivants à une série d'instructions. Selon lui, nous devons abandonner les notions d'entrées et de sorties lors de la description du vivant. Il nous faut considérer la clôture d'un système d'où peut émerger un monde qui engendrera ses propres significations.

2.6 Conclusion

En résumé, nous avons vu différentes façons d'aborder les méthodes de représentations et que le langage y est intimement lié. Un discours comprend parfois des distanciations entre l'idée et la façon de l'exprimer. En vertu des concepts biologiques d'auto-organisation et des

descriptions du vivant, nous devons prendre un certain recul afin de comprendre que ce que nous tentons de communiquer n'est pas nécessairement la réalité en elle-même, mais bien l'idée d'une réalité. Ainsi, nous avons cherché à comparer certaines notions ontologiques de la philosophie occidentale avec celles qui découlent des sciences physiques qui, rappelons-le, prennent l'observation de la matière comme mode d'analyse. Il nous apparaît que l'objet (ce qui est devant nous) en représentation est nécessaire au développement des sciences modernes. Mais, selon le point de vue biologiste, nous ne pouvons plus supposer que les objets dans l'environnement du système sont constitutifs de celui-ci.

En effet, la représentation demande de saisir les objets en nous construisant une image interne de ce qu'ils sont. Mais, comment communiquer l'idée d'une chose si nous ne pouvons pas nous fier directement à ce qu'elle est? Nous devons tenir compte des relations entre les différentes parties que nous distinguons en plus de considérer l'apport de notre point de vue. En outre, pour rendre compte de nos expériences, nous devons nous accorder sur un système explicatif. À cet effet, nous nous sommes intéressé à l'approche épistémologique de la biologie et nous en avons admiré l'effort descriptif, qui tente de nous amener à un autre niveau de connaissance. C'est pourquoi, lors de notre processus de création de l'automate, et ce, en regard de notre intention, nous avons choisi d'effectuer une substantification des concepts mis de l'avant par Varela.

Il apparaît donc que nous devons appréhender la connaissance à partir d'une attitude systémique, c'est-à-dire une attitude résultante d'une interaction intentionnelle d'un sujet avec un objet, ce qui, en d'autres mots, revient à un apprentissage. Cela suppose que la connaissance est issue d'un processus d'appropriation en continu de ce qui nous entoure et que chaque tentative est en soi une perturbation à l'égard de notre environnement.

Nous devons pourtant faire face à la nécessité de produire une forme, donc d'objectiver l'idée que nous voulons communiquer. Cependant, il ne s'agit pas de prendre un point de vue subjectif et d'en faire un exercice de style ou d'expression artistique personnelle chargée d'émotivité, ou encore de prendre les modèles dont nous nous sommes inspiré et de généraliser leurs concepts pour ensuite les appliquer à outrance à tout ce qui nous entoure. Surtout, il

faut mettre notre démarche en contexte. Et, pour ce faire, il nous vient en tête l'axiome numéro 1 de l'épistémologie constructiviste proposé par Le Moigne (1932-) :

La modélisation systémique est la conjonction de l'intention d'un modélisateur au moins et de l'environnement au sein duquel il est délibérément actif. On peut entendre cet axiome comme l'axiome cybernétique de la conjonction finalité-environnement, par contraste avec l'axiome de disjonction analytique des effets et des causes. (2003).

À notre avis, il est pertinent de poursuivre notre réflexion en considération des notions de l'épistémologie de la science des systèmes lors de l'élaboration de systèmes interactifs futurs.

Finalement, pour rendre compte de notre idée initiale, celle de communiquer et d'engendrer une dynamique conversationnelle entre un automate et un participant, il nous faut la modéliser. Car, au bout du compte, nous apprenons et nous communiquons par la modélisation. Dans la prochaine section, nous mettons en contexte la modélisation d'«Apparatus», et ce, à partir de ce que nous avons appris sur les systèmes auto-organisationnels et notre domaine d'étude : la communication par les médias interactifs.

CHAPITRE III

LE SYSTÈME MODÉLISÉ

3.1 Introduction

Avant d'expliquer nos efforts et afin de comprendre les limitations techniques de modélisation, voici la liste des composantes matérielles avec lesquelles nous avons réalisé le projet «Apparatus».

- Ordinateur Apple PowerBook G4 avec un processeur de 1.25 GHz
- Système d'exploitation Mac OS X 10.4.7
- Logiciel Max/MSP/Jitter de Cycling 74
- Senseurs Midi MiniDig de ICubeX
- Carte audio M-Audio Firewire 410
- Contrôleur Midi M-Audio Axiom 25

3.2 Wolfram

Lors de la tentative de modélisation d'un premier processus automate, nous avons eu recours à la génération d'unité aléatoire. Cependant, cela ne rendait pas hommage au caractère auto-organisateur de la forme que nous voulions implémenter. C'est pourquoi nous nous sommes tourné vers des règles mathématiques simples. Il s'agit des programmes déterministes développés par Wolfram (1952-). Nous avons ainsi utilisé les 256 règles des automates cellulaires unidimensionnels mentionnées dans l'*Atlas des programmes simples*.

(<http://atlas.wolfram.com/aboutprograms.html>)

Il s'agit de règles booléennes simples qui ne sont pas, à proprement parler, constitutives des systèmes vivants. Mais elles produisent, par formulation mathématique, des résultats qui tendent à être similaires à ce que l'on observe dans la nature. En fait, ces programmes ne

sont pas programmés explicitement pour quelque chose de spécifique, mais peuvent pourtant exécuter quelque chose qui a un sens.

À partir de ces règles, et pour modéliser l'automate, nous avons construit un réseau annulaire de trente-deux unités. Ce nombre semble arbitraire. En fait c'est un nombre qui est réductible à une base binaire et extensible à une base seize, qui a été choisie par souci d'économie des capacités de notre matériel. Car il faut savoir que chacune des unités de l'anneau récursif reçoit deux entrées binaires de deux de ses voisines, et envoie une sortie binaire, dont la valeur est celle de son propre état, à deux autres de ses voisines, et ce, de manière récursive. Pour assurer la fluidité du système, nous devons limiter le nombre d'unités générées.

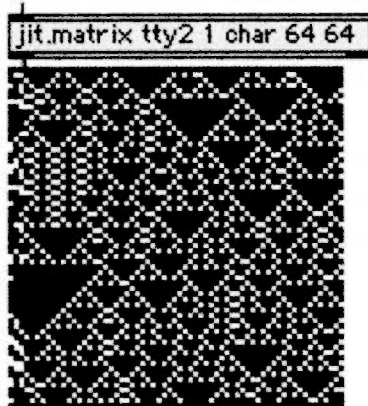
Figure 3.1 Génération en anneau de trente-deux unités



En pratique, nous avons utilisé des fonctions booléennes. Il s'agit de portes logiques qui, de manière itérative, comparent chaque valeur qui représente une unité avec les valeurs voisines précédentes et suivantes. L'effet récursif de comparaison des unités entre elles est basé sur un anneau booléen : un concept mathématique qui contient une structure algébrique avec des opérateurs de comparaison binaire. Chacune des unités peut être active (1) ou inactive (0) et, en fonction de l'opérateur «et», «ou», «ou exclusif» (voir tableau 3.1), elles pro-

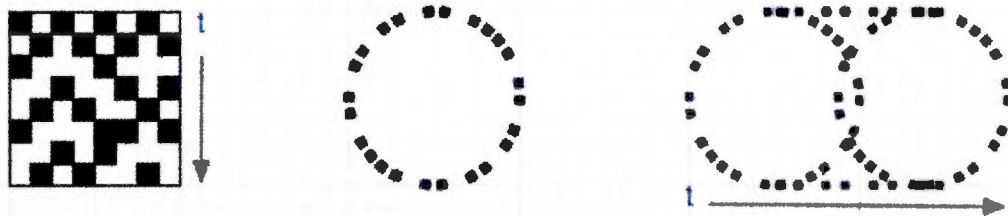
duisent une autre valeur, soit 0 ou 1. Après la comparaison des trente-deux unités de l'anneau, une autre génération de valeurs en résulte et un autre anneau est produit.

Figure 3.2 *Graphique de génération*



La plupart des exemples de modélisation d'un automate cellulaire de type booléen donnent lieu à une représentation en aplat. Cette situation rappelle un peu la critique que nous avons adressée à l'endroit du «jeu de la vie» de Conway, où le schème de la matrice agit comme son substrat et ne se dégage pas de son fond. De plus, le modèle du «jeu de la vie» de Conway s'applique seulement à la reproduction et à l'évolution dans un système.

Figure 3.3 *Schéma du processus d'«Apparatus» en cercle et en cylindre*



Or, les automates cellulaires construits selon les règles de Wolfram témoignent des principes d'autoconservation et d'autoproduction, qui vont au-delà du modèle Conway, car, selon Varela, ceux-ci englobent l'évolution et la reproduction, et sont intrinsèques à l'autopoïèse. Cette dernière s'appuie sur l'idée d'autoconservation d'un organisme par la

reproduction de ses propres processus internes et l'évolution de ceux-ci.

3.3 L'image

Ainsi, pour éviter le piège de la représentation en aplat, nous avons généré la forme de l'anneau booléen, en cercle. Pour ce faire, nous avons modélisé un processus d'assignation de position de leurs unités et de leurs valeurs dans une forme circulaire sur une topologie bidimensionnelle. Ce processus est échelonné dans le temps, et nous pouvons voir les générations des anneaux antécédents, ce qui donne l'impression d'une forme cylindrique ou sphérique lorsque le cercle autoreproducteur, en même temps qu'il effectue une translation, s'agrandit et se rétrécit. De cette manière, la forme (phénotype) de l'automate est déterminée par une règle (génotype) choisie parmi les 256 programmes établis par Wolfram.

Figure 3.4 *Forme sphérique engendrée*



Toutefois, certaines formes perdurent plus longtemps que d'autres, et ce, à cause de leur règle d'auto-organisation. Il s'agit, comme le disait Varela, de perturbations internes causant la désintégration de la clôture opérationnelle.

Visuellement, un effet particulier se dégage. La génération des couches des anneaux crée des formes à l'intérieur même du cylindre ou de la sphère, selon le mouvement ou

l'expansion de l'automate. L'exploit visuel en est tel que nous avons l'impression du vivant. Ça bouge!

Figure 3.5 *Différentes formes d'automates*



Ce qui émerge de cette simulation d'auto-organisation est une structure macroscopique à partir de contraintes microscopiques peu spécifiques, similaires à des phénomènes biologiques. Observée au niveau global, cette structure est le produit de contraintes locales peu spécifiques, partiellement aléatoires, en ce sens qu'elles ne sont pas programmées en vue de la fonction émergente qui en résulte. Nous pouvons remarquer la similitude de forme entre l'automate et la tige d'une plante, comme celle de la figure 3.6.

Figure 3.6 *Photo d'un phénomène biologique (tige d'une plante)*

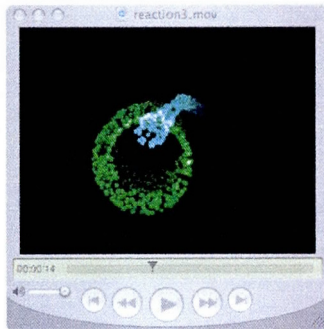


3.4 L'avatar/automate

Afin d'engager la conversation entre un participant et un automate, selon notre intention initiale, nous avons créé deux entités. Pour dissocier celles-ci, nous leur avons programmé diffé-

rentes déterminations phénotypiques par l'attribution de règles différentes. L'une d'entre elles est dirigée par un participant à l'aide de senseurs connectés au système et fait office d'avatar dans un domaine consensuel où l'humain et l'automate s'engagent dans une dynamique conversationnelle.

Figure 3.7 *Interaction entre avatar et automate*



De plus, pour faciliter encore davantage leur distinction, nous avons implémenté la possibilité de leur assigner des couleurs différentes.

Au sujet de l'avatar, il est intéressant de savoir que ce mot veut aussi signifier «la descente sur la terre de l'incarnation d'un être divin». Cette analogie nous fait réfléchir au rôle et au point de vue des participants d'un système interactif. Par notre système, nous avons tenté de mettre avatar et automate au même niveau de détermination, et ce, par des règles qui régissent les comportements.

3.5 Les comportements

Nous avons utilisé le même principe de portes logiques pour provoquer les perturbations entre deux entités autoreproductrices. Ces perturbations sont basées sur deux valeurs, le mouvement et l'expansion de l'entité. Est-ce qu'il y a mouvement, oui ou non? Est-ce qu'il y a expansion, oui ou non?

Dans ces deux cas, qui sont gérés par des règles déterministes, comme en fait foi le tableau ci-dessous, les événements sont produits en relation avec la position et le degré d'expansion des entités (voir tableau 3.1)

3.6 L'interactivité

Nous croyons que, par cette modélisation, nous avons réussi à réaliser un processus dialogique entre humain et machine. Il en découle, chez les participants qui l'ont déjà essayé, des impressions d'une certaine forme de présence qui interagit avec eux.

Tableau 3.1 *Table de vérité (opérateurs logiques)*

Mouvement	Expansion	AND	OR	XOR
1	1	1	1	0
1	0	0	1	1
0	1	0	1	1
0	0	0	0	0

3.7 Le son

Pour rendre l'expérience du participant plus immersive, nous avons composé les sons sous un mode événementiel. Des sons de synthèse différenciés par leur fréquence sont générés lors de perturbation exogène ou endogène entre l'automate et l'avatar.

De plus, pour augmenter l'effet englobant, nous avons ajouté un bruit d'ambiance qui diffère selon le nombre de génération des anneaux, qui composent les entités et qui s'affichent sur l'écran.

Esthétiquement, les sons sont composés de modulation de fréquences avec divers niveaux d'harmoniques qui sont enveloppés par une courbe d'attaque. De plus, nous avons

échantillonné ces sons à nouveau afin de produire une tessiture d'impulsion qui provoque une certaine granularité sonore. Par ailleurs, la courbe d'attaque est modifiée par le degré d'expansion et la distance entre les entités. La spatialisation stéréophonique des sons est provoquée par le positionnement des événements perturbateurs des entités.

CONCLUSION

Dès le début de notre démarche, nous avons le désir de nous approprier le domaine dans lequel nous engageons nos efforts. La concentration «multimédia» en communication implique un rapport avec une multitude d'interfaces technologiques. Nous avons donc emprunté le modèle de l'informatique afin de formaliser notre intention. C'est à ce moment que nous avons été intéressé par le sens équivoque des données binaires les plus abordables, soient zéro (0) et un (1). Puisque les automates cellulaires nécessitent ce liant numérique dans leur structure algorithmique, cela nous a aussi conduit à questionner leur représentation traditionnelle et à repenser leur viabilité en tant que dispositif interactif.

Afin de répondre à ce questionnement, nous avons étudié les relations ontologiques associées aux notions de substance, de prédicat, d'entité, de temps et d'autonomie. Ces notions ont été abordées et systématiquement résolues par d'éminents penseurs et philosophes bien avant notre quête. C'est pour cette raison que nous avons souligné et commenté les aspects de la métaphysique les plus susceptibles de soutenir notre démarche. Ensuite nous avons fait état des écarts de langage et des glissements de sens assujettis à nos forces d'interprétation et de représentation.

Nous devons cependant faire face à un problème de représentation et modéliser notre automate en regard de notre intention. Nous avons donc considéré l'apport descriptif de la biologie comme étant le modèle le plus susceptible de nous aider dans la conception d'un système interactif. Nous avons entrepris de simuler le vivant inspiré du concept d'autopoïèse de Varela. Pour ce faire, nous avons doté l'automate de son propre processus d'organisation de sa forme et nous lui avons fourni des comportements compensatoires face à la perturbation d'une autre entité. À cet effet, notre démarche de production s'est bonifiée par la compréhension de modèles mathématiques. C'est grâce à l'implémentation de règles déterministes dans la programmation du système que nous avons réalisé notre intention initiale, c'est-à-dire créer un processus d'assignation de valeurs à des données équivoques par une dynamique conversationnelle entre automate et humain.

En conclusion, «Apparatus» est le résultat d'une substantification. Dans «Apparatus», l'exploit réside, selon nous, dans l'aspect d'utiliser les automates cellulaires afin de créer des entités autonomes qui forment, à l'intérieur d'une topologie, un nouveau registre de représentation.

BIBLIOGRAPHIE

- Altan, Henri. *Auto-organisation*. Paris : CD-Universalis 9.0, 2003.
- Andler, Daniel. *Sciences cognitives*. Paris : CD-Universalis 9.0, 2003.
- Beaune, Jean-Claude, André Doyon et Lucien Liaigre. *Automate*. Paris : CD-Universalis 9.0, 2003.
- Balibar, Étienne et Pierre Macherey. *Formalisme et formalisation*. Paris : CD-Universalis 9.0, 2003.
- Duquaire, Paul-Victor. *Introduction à la pensée de Francisco J. Varela*. Nice : Les cahiers de l'ATP, juillet 2003, 18 p.
- Edelman, Gerald M. *Biologie de la conscience*. Paris : Éditions Odile Jacob, mai 2000, 425 p.
- Grondin, Jean. *Introduction à la métaphysique*. Montréal : Les Presses de l'Université de Montréal, 2004, 376 p.
- Ladrière, Jean. *Cybernétique*. Paris : CD-Universalis 9.0, 2003.
- Le Moigne, Jean-Louis. *Science des systèmes*. Paris : CD-Universalis 9.0, 2003.
- Ricoeur, Paul. *Ontologie*. Paris : CD-Universalis 9.0, 2003.
- Roads, Curtis et de Reydellet. *L'audionumérique*. Paris : Éditions Dunod, 1999, 678 p.
- Varela, Francisco J. *Autonomie et connaissance. Essai sur le vivant*. Paris : Éditions du Seuil, janvier 1989, 248 p.
- Zicarelli, David *et al.* *Max Tutorials and Topics*. San Francisco : Cycling '74, 2004, 408 p.
- Zicarelli, David *et al.* *MSP Tutorials and Topics*. San Francisco : Cycling '74, 2003, 211 p.
- Zicarelli, David *et al.* *Jitter Tutorials and Topics*. San Francisco : Cycling '74, 2002, 321 p.