

**UNIVERSITE DU HAVRE
FACULTE DES SCIENCES & TECHNIQUES**

*Rapport de stage
Présenté par*

Mélanie DERRE

Dans le cadre du

DEA ITA

(Informatique Théorique et Applications)

**Modélisation à l'aide d'une approche multi-
agents de l'émotion, de la structure psychique,
de la pathologie dans la prise de décision**

Encadreur : Joël Colloc
Co-encadreur : Cyrille Bertelle

Le Havre, juin 2004

Remerciements

Je tiens à remercier toutes les personnes qui m'ont soutenu et conseillé pendant toute la durée de mon stage, et en particulier :

- *Mon maître de stage, Monsieur Joël Colloc, Professeur à l'Université du Havre, pour la proposition de son sujet, ainsi que les conseils et l'aide apportés. Sa grande disponibilité et l'intérêt qu'il a manifesté pour mes travaux m'ont été d'une aide précieuse.*
- *Monsieur Joël Colloc, en tant que directeur du Laboratoire Informatique du Havre pour m'avoir accueillie au sein de son laboratoire et plus particulièrement au sein du thème de recherche Modélisation Informatique du Vivant.*
- *Monsieur Cyrille Bertelle, Maître de Conférence HDR à l'Université du Havre, pour ses remarques pertinentes qui ont souvent été d'une grande utilité.*
- *L'ensemble des membres du Laboratoire Informatique du Havre, pour leur gentillesse et leur si bon accueil.*
- *L'ensemble des membres du Laboratoire Informatique de Rouen, pour leurs nombreux apports en informatique théorique. Grâce à eux, une autre vision de l'informatique a pu m'être donnée.*

Je souhaite également remercier tout spécialement Mademoiselle Emilie Orsolle pour m'avoir hébergé dès que j'en avais besoin pour les besoins du stage.

Enfin je remercie Romain pour son aide, sa présence et sa patience tout au long de ce stage.

Table des matières

Remerciements.....	3
Table des matières.....	4
Table des illustrations	6
Résumé.....	7
Abstract.....	8
Introduction	9
1. Présentation du problème	10
1.1. Contexte du travail	10
1.2. Disciplines concernées	11
1.3. Objectifs visés et limites.....	11
2. Etat de l'art.....	12
2.1. La théorie de l'évaluation cognitive (appraisal)	12
2.1.1. Le modèle d'évaluation cognitive de Roseman	12
2.1.2. Le modèle d'Ortony Clore et Collins (OCC).....	13
2.1.3. Les apports de Scherer	14
2.2. Choix d'un modèle informatique.....	14
2.2.1. Les approches déjà utilisées	14
2.2.2. L'intérêt d'une approche multi-agents	15
2.2.3. L'intérêt d'une approche logique floue.....	16
2.3. Approches SMA appliquées à l'émotion	16
2.3.1. Le projet Oz de Bates.....	17
2.3.2. L'Affective Reasoner d'Elliot.....	17
2.3.3. Fuzzy Logic Adaptive Model of Emotions.....	18
3. L'approche proposée	20
3.1. Prise en compte de la structure psychique	20
3.1.1. Les névroses	20
3.1.2. Les psychoses.....	20
3.1.3. Les états limites.....	21
3.2. Le modèle proposé	21

3.2.1. Vue d'ensemble de l'architecture du modèle.....	22
3.2.2. Les différents composants.....	23
• Le composant émotionnel	23
• Le composant de la structure psychique	25
• Le composant d'apprentissage.....	26
3.3. Une maquette	26
3.3.1. Environnement de développement.....	26
3.3.2. Choix de l'application	28
4. Résultats	30
Perspectives de recherche.....	31
4.1. Influence des connaissances sur l'inconscient.....	31
4.2. Les différents domaines d'application	31
Conclusion	33
Bibliographie	34
Glossaire.....	37
Annexes.....	42

Table des illustrations

Figure 1 - Approche proposée - Une vision incrémentale.....	21
Figure 2 - Vue d'ensemble de l'architecture du modèle proposé	22
Figure 3 - Le composant émotionnel du modèle proposé.....	23
Figure 4 - Les fonctions caractéristiques floues concernant l'importance d'un but ...	24
Figure 5 - L'architecture Tok de l'agent du projet Oz	48
Figure 6 - L'architecture du modèle FLAME	51
Figure 7 - Le composant émotionnel du modèle FLAME.....	51

Résumé

Grâce à de récentes études neurologiques, il a été montré que les émotions avaient une influence significative sur le processus humain de prise de décision et, par conséquent, jouaient un rôle important au niveau de l'intelligence humaine. Une variété de modèles cognitifs théoriques sur l'émotion, comme le modèle d'évaluation cognitive des événements d'Ortony, Collins et Clore, a été proposée par des chercheurs dans de nombreux domaines, dont les sciences cognitives, la philosophie et l'intelligence artificielle. Bon nombre de recherches existantes sur les agents émotionnellement intelligents ont produit beaucoup de modèles et ont traité les émotions comme un problème manichéen en se basant sur des règles statiques ou un savoir prédéterminé sur le sujet. Toutefois, tout au long de l'histoire de la recherche sur les émotions, la mémoire et l'expérience ont été mises en valeur comme étant un aspect majeur du processus émotionnel. Dans ce rapport, un modèle basé sur la logique floue a été établi pour reproduire l'inhérente incertitude des émotions. Le système a été modélisé pour être incorporé dans des agents intelligents et pour générer des décisions basées aussi bien sur des stimuli environnementaux qu'internes. En réaction à un environnement changeant et pour simuler une meilleure illusion de vie, une action pourrait être prise, non seulement selon un mélange d'émotions déclenchées par de multiples états mais également en se basant sur la structure psychique et l'influence de la personnalité. Le système peut être facilement adopté pour traiter différents événements et maladies qui influencent l'état émotionnel et par conséquent le processus de prise de décision.

Mots clefs : émotions, agents émotionnels, agents sociaux, agents plausibles, comportements sociaux, personnalité, structure psychique, pathologie, processus de prise de décision, et architectures d'agent.

Abstract

Thanks to recent neurological studies, emotions have been shown to have a significant influence on the human decision-making process and, thus, play an important role in human intelligence. A variety of theoretical cognition-based emotion models, like the event-appraisal model of Ortony, Collins and Clore, have been proposed by researchers in many areas such as cognitive science, philosophy, and artificial intelligence. Most existing researches on emotional intelligent agents produced many models and treated emotions as a Manichean matter according to static rules or pre-determined domain knowledge. However, throughout the history of research on emotions, memory and experience have been emphasized to be a major aspect of the emotional process. In this paper, a fuzzy logic model has been built to capture the inherent uncertainty of emotions. The system has been modeled to be incorporated into intelligent agents and to generate decisions based on both environmental and internal stimuli. In reaction to a changing environment and to simulate a better illusion of life, an action could be performed not only according to a mixture of emotions triggered by multiple states but also according to the psychic structure and the personality influence. The system could easily be adopted for handling different events and diseases that influence the emotional state and thus the decision-making process.

Key words: emotion, emotional agents, social agents, believable agents, social behaviors, personality, psychic structure, pathology, decision-making process, and agent architectures.

Introduction

Les émotions, comme la joie, la tristesse, la colère, la peur, le dégoût et la surprise ont été identifiées comme étant un aspect important de l'esprit humain. Cependant le rôle que les émotions jouent dans le processus décisionnel a souvent été mal compris. Historiquement, une dichotomie a été perçue entre l'émotion et la raison. Les anciens philosophes ne considéraient pas l'émotion comme une part de l'intelligence humaine mais plutôt comme un obstacle, un processus qui entravait la pensée humaine.

De récents résultats en neurologie ont révélé que les émotions, en fait, avaient un rôle crucial dans le processus de décision humaine. En particulier, les travaux du neurologue Antonio Damasio [Damasio 1994, 2003], dans les années 90, ont permis de découvrir l'interdépendance des processus cognitifs, physiologiques et émotionnels, qu'il formalisera dans son hypothèse des marqueurs somatiques. Sa théorie, reposant sur des expérimentations cliniques, montre que les personnes qui perdent l'aptitude de fournir une réponse émotive prennent souvent de mauvaises décisions qui peuvent sérieusement limiter leur fonctionnement en société.

Ces travaux sont à l'origine de notre désir de modéliser le processus décisionnel tout en prenant en compte l'état émotionnel (qui a fait l'objet de nombreux travaux tant dans le domaine de la psychologie que de l'intelligence artificielle) mais également la structure psychique d'un individu. En effet, la prise en compte de la structure psychique ainsi que la personnalité en tant que facteurs influençant très largement l'état émotionnel d'un individu et donc la prise de décision de cet individu est l'un des principaux apports de l'approche proposée.

Après une brève présentation du problème qui permet de poser correctement la question de recherche ainsi que le contexte du travail, seront exposés les disciplines concernées et les objectifs visés. Viendra ensuite un état de l'art sur les différentes approches psychologiques, plus connues sous le nom de théorie de l'évaluation cognitive, mais également sur les approches informatiques appliquées à l'émotion permettant de faire un premier bilan sur les modèles existants.

Ensuite, l'approche proposée sera détaillée afin de mieux comprendre les apports du modèle présenté. Ce modèle repose sur plusieurs modèles existants, et plus particulièrement sur les modèles théoriques d'évaluation cognitive des événements d'Ortony, Collins et Clore [Ortony et al. 1988] et de Roseman et ses collègues [Roseman et al. 1990]. De plus, l'utilisation de la logique floue est nécessaire et capitale pour représenter l'intensité des émotions et pour représenter les événements et les attentes sur les états émotionnels et les comportements [El-Nasr et al. 2000]. A la vue de l'importance de la mémoire et de l'expérience dans le processus émotionnel, des méthodes d'apprentissage sont mises en place afin de rendre le comportement émotionnel de l'individu le plus plausible possible et de prendre en compte l'aspect très dynamique des réponses émotionnelles.

Une classification des différentes pathologies, qu'elles soient névrotiques, psychotiques ou de simples états limites permet de répondre à l'objectif de baliser une approche permettant de cerner en quoi la pathologie mentale ou même de simples traits de caractères affectent un processus décisionnel.

1. Présentation du problème

Tout est parti du désir de modéliser le processus décisionnel tout en prenant en compte l'émotion mais également la structure psychique d'un individu lorsque ce dernier prend une décision.

1.1. Contexte du travail

La pathologie dans la décision et les processus de décision concerne de nombreux domaines des activités humaines. La décision (plus précisément le processus décisionnel) est une entité aux contours flous pour laquelle il n'est pas possible de déterminer une sorte de « norme » par rapport à laquelle pourraient se repérer des déviations qui seraient pathologiques. En effet, la personnalité de chaque individu se construit durant toute sa vie et chaque individu est unique. L'objectif est donc plutôt de banaliser une approche permettant de cerner en quoi la pathologie mentale ou même de simples traits de caractères affectent un processus décisionnel.

Sur le plan pathologique deux grandes classes sont distinguées :

- La pathologie psychotique comporte des attributs, des caractéristiques se rapportant au fonctionnement du psychisme, intéressants à envisager dans la perspective retenue ici. Citons :
 - o L'altération du rapport à la réalité allant des erreurs cognitives (multiples et d'importances très variables) au délire constitué impliquant une reconstruction de la réalité. Un processus décisionnel basé sur une idéation délirante a de bonnes chances d'aboutir à un résultat lui-même délirant, ou du moins inadéquat.
 - o Des troubles de l'organisation formelle de la pensée (nous pouvons inclure ici la plupart des mécanismes de défense psychotiques), affectant la capacité logique laisseront leur marque également. Il faut savoir toutefois que certains états délirants (certaines constructions paranoïaques notamment) ne s'accompagnent d'aucune altération au niveau de la capacité formelle et qu'à partir de postulats faux et/ou délirants peuvent s'élaborer des décisions conservant toutes les apparences de la logique la plus rigoureuse et la plus efficace. Ici, en dépit des apparences, peut se manifester une pathologie massive.
- La pathologie névrotique affecte aussi la décision :
 - o La symptomatologie de la névrose obsessionnelle comporte très souvent une incapacité à arrêter une décision.
 - o Dans le domaine de l'hystérie, les nécessités du « paraître » sont souvent telles, dans le registre de la pathologie, que les décisions sont moins importantes par leurs contenus et leurs effets réels que par ce qu'il en apparaît. Des distorsions, d'une nature différente de celles du délire, peuvent être considérables et assurément pathologiques.

De plus, les facteurs constitutionnels, la personnalité et le tempérament peuvent tout à fait être marqués par le sceau de la pathologie. Il y a certes, dans la limite de la normale, des tempéraments audacieux prompts aux décisions rapides, comme il y a des tempéraments prudents et précautionneux qui les prennent moins facilement. Mais, même s'il est bien malaisé de tracer une frontière nette entre le normal et le pathologique, aux approches des extrêmes, la pathologie est manifeste et indiscutable. Les troubles caractériels dès lors qu'ils ont une certaine importance, l'impulsivité non maîtrisée peuvent donner lieu à des engagements décisionnels manifestement pathologiques. Comme, à l'inverse, une objectivité trop mal constituée peut entraîner une inhibition à l'engagement entravant de manière malade la capacité à décider.

Citons, enfin, le champ très considérable de la perversion et du fonctionnement pervers comme éléments déterminants et souvent hautement pathologiques affectant l'ensemble des processus décisionnels.

1.2. Disciplines concernées

Les retombées de ces recherches sont considérables tout d'abord sur le plan théorique : elles offrent des outils pour les psychologues, les sociologues, les gestionnaires et plus généralement tout chercheur oeuvrant dans le domaine des sciences cognitives. Ainsi ces travaux peuvent améliorer l'enseignement assisté par ordinateur au moyen d'une présence plus réaliste au sein de l'environnement d'apprentissage [Faivre et al. 2002, Picard 1995]. Sur le plan pratique, elles intéressent les entreprises et la direction des ressources humaines. Sur le plan juridique, il s'agit également d'étudier et de décomposer les processus conduisant au harcèlement moral des collaborateurs dans les entreprises.

1.3. Objectifs visés et limites

Il s'agit de proposer une modélisation d'un processus d'aide à la décision capable de prendre en compte l'humeur et les émotions des décideurs ainsi que des traits ou des structures de caractères propices ou défavorables à la prise de décision. L'objectif à terme est de simuler les interactions de ces différents agents (représentant des individus résolvant des problèmes ou traitant des affaires) et d'étudier les comportements pathologiques, efficaces ou non.

Pour se faire, il est important de répondre aux exigences suivantes :

- Le modèle doit produire des émotions avec des intensités différentes selon les agents. L'intensité d'une émotion devra bien entendu décroître avec le temps.
- Le modèle devra s'appuyer sur un modèle d'évaluation cognitive (*appraisal*).
- La personnalité d'un agent et plus encore sa structure psychique devront être des composantes à incorporer au modèle.
- Les états motivationnels tels que la souffrance ou la faim devront également être pris en compte dans le modèle.
- Le modèle devra être capable d'adaptabilité pour refléter le statut dynamique de l'environnement.

2. Etat de l'art

2.1. La théorie de l'évaluation cognitive (appraisal)

L'histoire moderne de l'émotion commence avec la théorie de l'émotion de James en 1884 avec la publication de son article "*Qu'est-ce qu'une émotion?*" dans lequel il inverse complètement la vision populaire traditionnelle (" je tremble donc j'ai peur " et non plus " j'ai peur donc je tremble "). Par exemple, nous aurions peur d'un ours parce que nous nous enfuirions pour lui échapper. En résumé, cette théorie défend que ce soit la conscience de nos troubles organiques qui constitue l'émotion. Cette conception des émotions a été récemment actualisée par le neurologue américain Antonio Damasio [Damasio 1994]. Elle fit autorité jusqu'à ce qu'elle soit remise en question dans les années 1920 par le physiologiste Walter Cannon.

Aujourd'hui, la plupart des théories des émotions ont adopté le point de vue selon lequel la cognition détermine l'émotion ressentie. Un ours dans une cage de zoo, ne déclenche qu'une réaction de curiosité; mais, pour le promeneur aventurier, la rencontre d'un ours dans un bois est source d'une intense émotion de peur. Le premier moment de l'émotion reste certes celui qui a été discerné par James de la perception de l'ours mais c'est la perception d'un ours dans un contexte particulier qui confère à cette perception toute sa signification et c'est cette signification qui provoque une expérience émotionnelle.

La théorie de l'évaluation cognitive (appraisal) vise à expliquer ce qui distingue une expérience émotionnelle d'un autre type d'expérience et ce qui différencie une expérience émotionnelle, comme la peur, d'une autre, comme la tristesse. Selon cette théorie, c'est l'évaluation cognitive du stimulus à l'origine d'une émotion et son impact sur l'individu, évaluation dépendant donc de facteurs situationnels, culturels et de personnalité, qui détermine la nature de cette émotion.

Depuis 1970, de nombreux travaux de recherche ont été menés en vue de spécifier l'ensemble des critères d'*appraisal* impliqués dans la différenciation des émotions [Frijda 1986 ; Scherer 1988 ; Ortony et al. 1988 ; Roseman et al. 1990].

2.1.1. Le modèle d'évaluation cognitive de Roseman

Roseman et ses collaborateurs [Roseman et al. 1990] ont proposé un modèle d'évaluation cognitive qui génère des émotions selon une procédure d'évaluation d'un événement. Ils divisent notamment les événements en deux catégories :

- *motive-consistent events*, les événements qui sont cohérents avec l'un des buts de l'individu,
- *Motive-inconsistent events*, au contraire les événements qui menacent l'un des buts de l'individu.

Leur modèle se base sur plusieurs critères d'évaluation cognitive [Picard 1998]. Par exemple, un événement pourra être motivé par le désir d'obtenir une récompense ou au contraire d'échapper à une punition. Le modèle de Roseman est ainsi intéressant pour sa simplicité et les bases qu'il pose dans l'étude de l'évaluation cognitive (cf. annexes).

Cependant ce modèle, comme la plupart des modèles basés sur l'évaluation cognitive d'un événement, ne fournit pas un processus émotionnel complet. En effet, d'une part l'estimation de la probabilité qu'une occurrence de certains événements se présente est un véritable challenge. D'autre part plusieurs événements sont perçus contradictoirement dans les deux catégories d'événements. Dans ce cas, le modèle produit des émotions contradictoires [El-Nasr 2000].

2.1.2. Le modèle d'Ortony Clore et Collins (OCC)

Ortony, Clore et Collins [Ortony et al. 1988] ont développé un autre modèle basé sur la théorie de l'appraisal qui est similaire à celui présenté par Roseman mais qui utilise une notion plus raffinée de buts.

Au lieu de tenter de décrire chaque émotion possible, le modèle OCC se place au niveau des types d'émotions. Il fournit donc un schéma de classification pour les émotions courantes basé sur une réaction de valence aux événements et objets à la lumière des buts, des standards et des attitudes d'un agent (cf. annexes) [Reilly et al. 1992].

Le processus émotionnel utilisé dans le modèle OCC peut se décomposer en cinq phases [Bartneck 2002] :

- *Classification*, dans cette phase de classification, un événement, un objet ou une action est évalué. L'information qui en résulte est les types d'émotion qui sont affectés.
- *Quantification*, dans la phase de quantification, un type d'émotion est défini séparément pour les événements, les actions et les objets.
- *Interaction*, la classification et la quantification permettent de définir une valeur émotionnelle d'un certain événement, action ou objet. Cette valeur émotionnelle va alors interagir avec les types d'émotion courants de l'individu en question.
- *Mapping*, le modèle OCC distingue 22 types d'émotions. Il est alors possible d'avoir recours à un mapping de ces types d'émotions en une expression valable.
- *Expression*, l'état émotionnel est alors exprimé et peut ainsi influencer le comportement d'un individu.

Ce modèle est devenu très vite populaire grâce à son succès dans la simplification apportée à la représentation des états émotionnels, tout en fournissant un ensemble clair et distinct de paramètres affectifs. Il a ainsi été la source d'inspiration de nombreux travaux [André 2000 ; Bartneck 2002 ; Bates 1994 ; Faivre 2002 ; El-Nasr 2000 ; Picard 1998 ; Reilly et al. 1992] et a servi le plus souvent comme base pour la définition d'un modèle émotionnel plus abouti pouvant être utilisé pour le développement de logiciels tels qu'un système d'aide à l'apprentissage par exemple.

Néanmoins, ce modèle, comme le modèle d'évaluation cognitive de Roseman, ne fournit pas un processus émotionnel complet [El-Nasr 2000, Bartnek 2002]. Le modèle ne permet pas en effet la gestion simple de combinaisons d'émotions comme c'est souvent le cas en réalité. Il ne montre pas comment filtrer la combinaison d'émotions déclenchées pour obtenir un état émotionnel cohérent. De plus, le modèle, à la base, a été plutôt créé dans l'optique de comprendre les émotions et non de les simuler. C'est pourquoi les liens entre les émotions et leur intensité, et

notamment les différents seuils d'intensité correspondant à chaque émotion, ne sont pas décrits dans le modèle.

2.1.3. Les apports de Scherer

Parmi les auteurs concernés par les théories portant sur les critères d'appraisal Scherer (1988), Frijda (1986), Smith et Ellsworth (1985), et Ortony, Clore et Collins (1988), reconnaissent le rôle crucial de l'antécédent de l'émotion, le changement. Scherer, lui, distingue le changement de la nouveauté. Selon l'attente d'un individu, l'absence d'un changement prévu peut être évaluée comme un fait de nouveauté et par conséquent mener à une réaction émotionnelle. Selon ses prédictions, la peur serait provoquée par un changement imprévu, la colère résulterait de l'occurrence d'un événement inattendu ou d'un changement attendu là encore mais n'étant pas survenu.

Par ailleurs l'individu identifierait, dans un premier temps, parmi toutes ses motivations celles qui pourraient être directement affectées. Selon Scherer (1984) il devrait ainsi considérer ses propres besoins en termes de survie, en termes de lutte pour la conservation de son intégrité physique, ses besoins sociaux d'intégration, de reconnaissance, et les nécessités sociales d'ordre comportemental à respecter. Dans un deuxième temps, l'individu chercherait à évaluer la probabilité de réalisation des conséquences d'un événement survenu compte tenu des critères décisionnels précédents.

Par la suite, Scherer (1993), membre du groupe de recherche en émotions de Genève, a construit et implémenté un modèle basé sur la théorie de l'appraisal, la théorie des processus composants (cf. annexes). L'idée générale est que l'évaluation d'un événement ou d'un stimulus, sur la base des critères d'évaluation définis par Scherer, détermine la nature (c'est-à-dire à la fois la qualité et l'intensité) de la réaction émotionnelle [Scherer et al. 1996].

Son modèle est essentiellement un système basé sur le savoir qui prend en entrée une description de la situation en terme de 15 critères d'évaluation cognitive et qui les fait correspondre à une émotion caractérisée en 14 composantes. L'évaluation cognitive et l'émotion sont toutes les deux représentées par des vecteurs et l'étape de mapping utilise la distance euclidienne entre le vecteur d'entrée et le vecteur de l'émotion cible.

2.2. Choix d'un modèle informatique

2.2.1. Les approches déjà utilisées

Inspiré par les différents modèles psychologiques existants et l'intérêt croissant pour l'intelligence artificielle, plusieurs modèles tentant de simuler le fonctionnement de l'esprit humain ont été proposés. Simon, en 1975, développa l'un des tous premiers modèles sur les émotions en IA. Son modèle était essentiellement basé sur des états motivationnels comme la faim et la soif. Il simula ainsi le processus en terme d'interruptions. Pendant la période comprise entre le début des années 60 et les années 80, Pfeifer, notamment dans son article *Artificial Intelligence Models of Emotions* (1988), présenta une large description des différents modèles existant sur les émotions [El-Nasr et al. 2000].

Cependant, puisque la psychologie des émotions à cette époque n'était pas un domaine de recherche très avancé et donc incomplet, il était difficile de trouver un modèle informatique qui décrivait le concept émotionnel dans son ensemble.

A partir des années 90, les chercheurs japonais se sont intéressés aux systèmes qui pouvaient communiquer avec les humains. Les émotions ont alors été vues comme l'un des facteurs le plus important en communication. Ainsi, dès 1994, un effort a été fourni par Masuyama, dans son article *A number of fundamental emotions and their definitions* (1994), pour formuler les émotions humaines à l'aide d'ensemble de règles. Sugano et Ogata en 1996 tentèrent de simuler le fonctionnement de l'esprit humain à travers un robot électriquement relié. Un prototype du processus de prise de décision fut, à la même époque, développé par Inoue. Ils utilisèrent les réseaux neuronaux afin de simuler le comportement.

Enfin, cherchant une meilleure représentation du processus émotionnel, les chercheurs en technologie agent commencèrent à se pencher sur la question. Bates travailla sur le projet Oz en tentant de créer ce qu'il appelle un *believable* agent en se basant sur le modèle d'Ortony, Clore et Collins [Bates 1994 ; Reilly et al. 1992]. De son côté, en 1997, Velasquez proposa un modèle, Cathexis, pour simuler les émotions en utilisant une architecture multi-agents. Le modèle décrit uniquement les émotions de base (colère, peur, peine/détresse, plaisir/bonheur, dégoût, et la surprise) et les réactions innées en s'appuyant sur le modèle d'évaluation cognitive de Roseman. Cependant il représente un bon point de départ pour simuler des réponses émotionnelles même s'il ne prend pas en compte les états motivationnels [El-Nasr et al. 2000].

2.2.2. L'intérêt d'une approche multi-agents

Il existe un nombre important d'ouvrages sur les agents, les définitions des agents et des systèmes multi-agents. A la différence de l'intelligence artificielle qui modélise le comportement intelligent d'un seul agent, l'intelligence artificielle distribuée, et notamment des systèmes multi-agents dérivés de l'IAD, s'intéresse à des comportements intelligents qui résultent de l'activité coopérative de plusieurs agents (cf. glossaire).

Les travaux existants sur l'observation des systèmes multi-agents sont axés essentiellement sur deux volets de recherche : d'une part la simulation et l'étude de l'émergence comme centre de pensée pour la compréhension des phénomènes et des mécanismes opératoires qui la régisse, et d'autre part l'explication du raisonnement et du comportement du système multi-agents à partir des observations qui sont faites sur les comportements internes de ses agents.

La simulation est une branche très active de l'informatique et consiste à analyser les propriétés de modèles théoriques du monde réel. Les systèmes multi-agents apportent une solution en offrant la possibilité de représenter les individus, leurs comportements et leurs interactions. Ferber évoque notamment les phénomènes attendus de l'interaction de plusieurs agents [Ferber 1995] : la catalyse par amplification qualitative (augmenter les capacités et les performances des agents pris isolément) et l'émergence par amplification quantitative (accroître le nombre d'agents).

L'approche multi-agents peut être ainsi justifiée par ses différents apports :

- L'adaptation à la réalité,

- La résolution de problèmes complexes,
- La modularité,
- L'efficacité,
- La fiabilité,
- La réutilisation,
- La possibilité de simulation à grande échelle.

2.2.3. L'intérêt d'une approche logique floue

Une des caractéristiques du raisonnement humain est qu'il est basé sur des données imprécises, incomplètes et incertaines. Ainsi déterminer si une personne est de petite ou de grande taille est aisé pour n'importe lequel d'entre nous. Un ordinateur, lui, est basé sur des données exactes. Il doit non seulement connaître la taille exacte de la personne mais également posséder un algorithme qui divise une population en deux groupes bien distincts : les grands et les petits. L'idée de la logique floue est de transmettre cette richesse du raisonnement humain à un ordinateur.

Les prémisses de la logique floue sont apparues avant les années 1940, avec les premières approches, par des chercheurs américains, du concept d'incertitude. Il a fallu attendre 1965, avec L. A. Zadeh pour avoir une notion de sous-ensemble flou. Cette notion admet des situations intermédiaires entre le tout et le rien [Bouchon-Meunier 1993] à partir de l'idée d'appartenance partielle à une classe, de catégorie aux limites mal définies, de gradualité dans le passage d'une situation à une autre, dans une généralisation de la théorie classique des ensembles, Les ensembles flous ont ainsi contribué à un certain renouvellement des approches existantes de l'aide à la décision.

La théorie des possibilités, qui a été introduite en 1978, également par Zadeh, constitue un cadre permettant de traiter des concepts d'incertitude de nature probabiliste. Lorsqu'elle est considérée à partir de la notion d'ensemble flou, la théorie des possibilités constitue un cadre permettant d'exploiter, dans un même formalisme, imprécisions et incertitudes [Bouchon-Meunier 1993].

Le concept de la logique floue permet de considérer des classes d'objets dont les frontières ne sont pas clairement déterminées, par l'introduction d'une fonction caractéristique (fonctions d'appartenance des objets à la classe) prenant des valeurs courantes entre 0 et 1, contrairement aux ensembles booléens, dont la fonction caractéristique ne prend que deux valeurs possibles 0 et 1. Ces ensembles flous ont le grand avantage de constituer une représentation mathématique de labels linguistiques largement utilisés dans l'expression de connaissances expertes, qualitatives et manipulées dans le raisonnement approché qui sera fait à partir de cette connaissance. Ils apparaissent donc comme un moyen de réaliser l'interface entre l'information numérique (quantitative) et l'information symbolique (linguistique).

2.3. Approches SMA appliquées à l'émotion

Le rapport entre les systèmes multi-agents et les émotions peut se concevoir de deux manières, selon que l'objectif soit :

- d'engendrer des agents dotés chacun de caractéristiques émotionnelles (reconnaître les émotions d'autrui, et/ou avoir des émotions, et/ou émettre des

stimuli qui puissent être interprétés comme émotionnels par un autre agent, humain ou non)

- de construire un système émotionnel à l'aide d'un système multi-agents (où chaque agent n'aurait rien d'émotionnel).

L'intérêt ici est de pouvoir simuler à grande échelle des comportements existant modélisés. Les approches utilisant la première manière de concevoir le rapport SMA/Emotion vont donc être décrites par la suite.

2.3.1. Le projet Oz de Bates

Le projet Oz, développé à l'université de Carnegie Mellon au cours des années 90 et dont le chef de projet est J. Bates, est l'un des projets précurseurs ainsi que le plus représentatif en ce qui concerne les modules de comportements d'agents en interaction entre eux et avec des êtres humains. Les objectifs initiaux du projet Oz [Reilly et al. 1992] avaient trait aux questions que peuvent se poser des metteurs en scène, des scénaristes ou des acteurs : comment impliquer le spectateur dans la pièce qui lui est présentée et que faire pour qu'il soit touché par le spectacle.

Dans l'objectif global de pièce interactive, un sous objectif fondamental est identifié : maintenir les interactants dans une situation plausible sans que les réactions de l'environnement ou les comportements des autres agents ne viennent rompre cette impression. Pour cela des agents dont le comportement donne l'illusion de vie et qui sont appelés plausibles (*believable agents*) sont utilisés. Dans l'esprit du projet Oz, un agent plausible passe par une architecture à large champ (*broad agent*), permettant à l'utilisateur de prêter à l'agent des capacités supérieures à celles dont il dispose en réalité [Reilly et al. 1992].

L'architecture d'agent, appelé Tok, est segmentée en trois modules (cf. annexes) [Reilly et al. 1992]:

- Un module de planification, le module *Hap*,
- Un module d'émotion, le module *Em*,
- Un module de perception et représentation du monde, le module *Sensory routines and integrated sense model*.

De nombreux aspects intéressants sur les émotions sont abordés dans ce projet. Cependant le modèle sous-jacent a encore quelques limitations. Même si le modèle OCC est utilisé en insistant bien sur les valeurs des souhaits, le modèle ne tente pas de simuler la nature dynamique de ces souhaits. En effet, les souhaits sont ici générés statiquement selon des règles prédéfinies. De façon réaliste, les souhaits changent à travers le temps [El-Nasr et al. 2000]. Par conséquent, il est très important d'adapter les souhaits aux expériences passées.

De plus, les événements sont déclenchés selon un facteur de désirabilité qui est mesuré selon un concept de vrai ou faux. Comment est-il possible alors de considérer un certain degré de désirabilité ? De même, l'idée d'un succès partiel ou d'un échec partiel d'un but n'est pas employée. De plus, l'idée qu'un événement satisfasse de multiples buts ou au contraire plusieurs buts et pas d'autres n'est pas là non plus considérée.

2.3.2. L'Affective Reasoner d'Elliot

Une autre approche multi-agents appliquée à l'émotion est l'affective reasoner développé par Elliot [Elliot 1992, 1993]. Ce système est une adaptation informatique

du modèle psychologique d'Ortony, Clore et Collins. En effet, Elliot a augmenté le modèle OCC à la base de 22 types d'émotions en un modèle à 26 types d'émotions (cf. annexes) et les utilise comme la base de son système pour synthétiser et reconnaître les émotions basées sur un raisonnement cognitif [Picard 1995].

L'affective reasoner montre comment la modélisation des personnalités d'agents et leurs relations sociales peuvent interagir avec la génération d'émotions. Elliot modélise la personnalité en deux parties :

- La première partie aborde comment les événements, les actions et les objets sont interprétés avec le respect des buts, des standards et des préférences d'un agent individuel.
- La seconde partie, elle, aborde comment un agent agit en réponse à un état émotionnel.

Chaque agent comprend une représentation de soi (l'identité de l'agent) et des autres (l'identité des autres agents impliqués dans la situation). Durant la phase de simulation, les agents jugent les événements selon leurs attraits et leurs statuts (*unconfirmed*, *confirmed*, *disconfirmed*). De plus, toujours durant la phase de simulation, les agents, utilisant leur propre savoir au sujet des émotions et des actions, peuvent inférer sur les états émotionnels, les expressions émotionnelles et les actions des autres agents de la situation [El-Nasr et al. 2000]. Ces inférences peuvent améliorer le processus d'interaction.

Cependant, même si le modèle proposé par Elliot présente une simulation intéressante décrivant la génération d'émotions, l'expression d'émotions et leur utilisation dans les interactions, il fait encore face à quelques difficultés. En effet, le modèle n'aborde pas de nombreux problèmes tels que la résolution de conflit d'émotions, l'apprentissage d'émotions et de souhaits, le filtrage des émotions et de leurs relations aux motivations.

2.3.3. Fuzzy Logic Adaptive Model of Emotions

El-Nasr, Yen et Loriger ont proposé en 2000 un nouveau modèle informatique appliqué aux émotions, appelé Fuzzy Logic Adaptive Model of Emotions (FLAME), qui peut être incorporé à l'intérieur d'un agent intelligent ou d'autres programmes interactifs complexes [El-Nasr et al. 2000].

Le modèle peut se décomposer en trois composants majeurs (cf. annexes):

- un composant émotionnel,
- un composant d'apprentissage,
- un composant de décision.

Tout d'abord, un agent va percevoir des événements extérieurs provenant de son environnement. Ces perceptions sont ensuite passées dans le composant émotionnel et le composant d'apprentissage en même temps. Le composant émotionnel va s'occuper des perceptions selon un processus émotionnel tout en utilisant les résultats du composant d'apprentissage, incluant les souhaits et les associations événement-but, pour produire un comportement émotionnel. Le comportement émotionnel sera, quant à lui, retourné au composant de décision, qui choisira une action correspondante. La décision est ainsi prise selon la situation, l'humeur de l'agent, les états émotionnels et le comportement émotionnel ; une action est ensuite déclenchée en conséquence.

Au niveau du composant émotionnel, tout un processus émotionnel est donc mis en place (cf. annexes). Dans un premier temps, le modèle détermine quels buts sont affectés par les événements et le degré d'impact des événements sur ces buts. Ensuite, des règles de correspondance calculent un niveau de désirabilité de l'événement selon l'impact calculé précédemment et l'importance du but impliqué. La mesure de la désirabilité, une fois calculée, est passée dans un processus d'évaluation cognitive pour déterminer le changement de l'état émotionnel de l'agent. Pour déclencher les émotions, FLAME utilise une combinaison des modèles psychologiques de Roseman [Roseman 1990] et de Ortony et al. [Ortony et al. 1988]. Le mélange d'émotions déclenchées fait ensuite l'objet d'un filtrage afin de produire un état émotionnel cohérent. L'état émotionnel est ensuite passé dans le processus de sélection d'un comportement.

Pour palier aux problèmes rencontrés dans les modèles précédents, que ce soit le projet Oz de Bates ou l'Affective Reasoner d'Elliot, El-Nasr et al. tentent d'apporter des solutions dans leur modèle. Ainsi, comme le nom du modèle l'indique, ils utilisent les ensembles flous afin de pouvoir représenter les émotions et les règles floues pour représenter la correspondance entre les événements et les émotions (*mapping*), et entre les émotions et les comportements. Par exemple, des règles floues sont utilisées pour calculer la désirabilité d'un événement selon l'importance des buts affectés et le degré selon lequel les événements affectent les buts. Le processus de sélection d'un comportement fait également appel à des règles floues pour plus de réalisme.

Par ailleurs, le processus de filtrage, se trouvant au niveau du composant émotionnel est basé sur les travaux de Bolles et Fanselow (1980) sur les états motivationnels.

Cependant, ils ne prennent pas en compte la personnalité d'un agent, même s'ils évoquent l'influence de ce facteur complexe. En effet, dans toutes les approches SMA appliquées à l'émotion, aucune n'inclut dans son modèle la personnalité de l'agent et encore moins sa structure psychique. Pourtant la structure psychologique d'un individu joue un rôle significatif dans le processus de prise de décision de cet individu.

3. L'approche proposée

3.1. Prise en compte de la structure psychique

Le principal apport de l'approche proposée ici, par rapport aux approches précédentes, est la prise en compte de la structure psychologique ainsi que de la personnalité d'un agent comme facteurs influençant très largement l'état émotionnel d'un agent et donc la prise de décision de cet agent. Pour pouvoir proposer un modèle solide, il est important dans un premier temps de caractériser les deux grandes classes pathologiques : la pathologie névrotique et la pathologie psychotique. Enfin les états limites tels que la personnalité limite et la perversion peuvent également être des éléments déterminants affectant l'ensemble des processus décisionnels.

3.1.1. Les névroses

Habituellement la névrose est définie comme étant un trouble mental repéré par la personne en souffrant, ce qui implique qu'elle en ait conscience [Lemperière et al. 1982]. Elles ne déforment pas de manière profonde la perception de la réalité et ne remet pas en question la structure de la personnalité. Elles ont pour domaine de prédilection les émotions, se manifestant par une souffrance anxieuse et des dérivations comportementales. Les névroses peuvent se décomposer en trois catégories (cf. glossaire) :

- Les troubles obsessionnels compulsifs,
- La névrose hystérique,
- La névrose post-traumatique.

3.1.2. Les psychoses

Une psychose est un trouble mental caractérisé par la perte du contact avec la réalité, une désorganisation de la personnalité, et la transformation délirante du vécu [Lemperière et al. 1982]. Les psychoses se distinguent ainsi des névroses, dans lesquelles le patient garde la notion du réel, même si parfois il en maîtrise mal l'interprétation. Les psychoses chroniques regroupent les délires chroniques, la schizophrénie, la paranoïa, la psychose hallucinatoire chronique (les hallucinations psychiatriques), la psychose maniaco-dépressive. Les psychoses aiguës se manifestent essentiellement par les bouffées délirantes aiguës, la manie aiguë, et certains états schizophréniques. Trois psychoses particulières ont attiré notre attention (cf. glossaire) :

- La schizophrénie,
- L'accès maniaque,
- La paranoïa.

3.1.3. Les états limites

Il s'agit d'états cliniques se définissant sur les plans nosologiques et structuraux comme entre la névrose et la psychose. Ces patients sont caractérisés par :

- Une grande insécurité intérieure,
- Une intolérance à la frustration,
- Une hypersensibilité aux remarques souvent vécues comme un jugement.

Ces sujets sont souvent bien adaptés socialement, marqués par des relations affectives instables, une dépendance anaclitique et une manipulation agressive. Ils se défendent contre la dépression qui prend la forme d'ennui, de sentiment de solitude, mais sans le ralentissement psychomoteur habituel. Les tensions conflictuelles sont réglées par des passages à l'acte, entraînant une instabilité socioprofessionnelle et affective, des conduites d'autodestruction par suicides, accidents ou abus de toxiques. Les états limites peuvent être catégorisés en deux familles (cf. glossaire)

- La personnalité limite,
- Les perversions.

3.2. Le modèle proposé

A la vue des modèles existants et de l'importance du rôle de la structure psychique dans le processus de prise de décision humaine, l'approche a donc consisté à opter pour une vision incrémentale du problème (cf. figure 1).

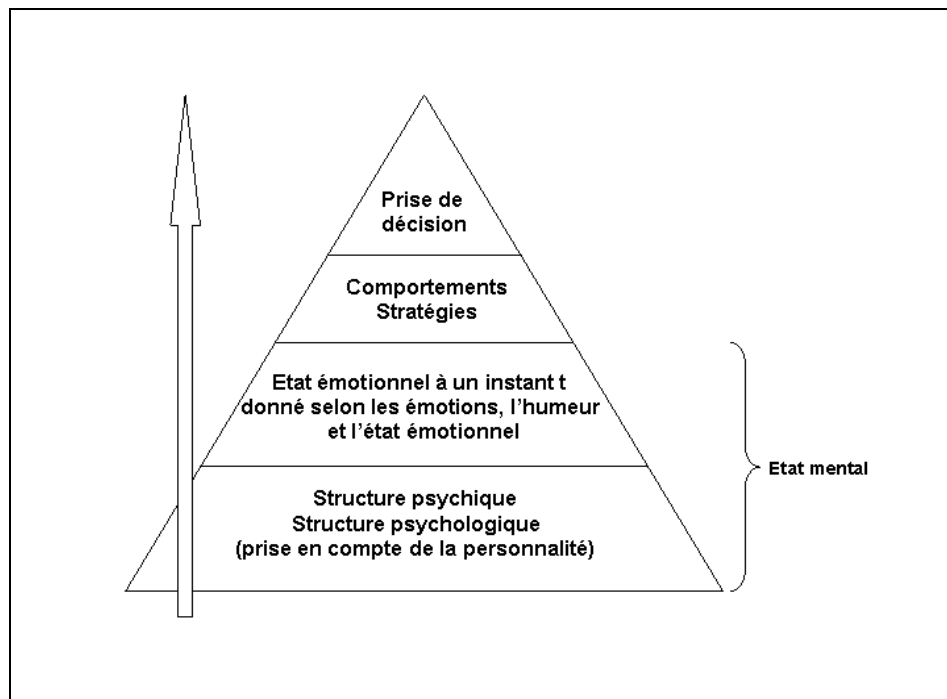


Figure 1 - Approche proposée - Une vision incrémentale

Une distinction entre l'état émotionnel et l'état mental est faite. En effet, à partir des différentes émotions déclenchées par un événement à un instant t mais

aussi de l'humeur et des états motivationnels d'un individu, un état émotionnel peut être calculé. Cependant, cet état émotionnel ne reflète pas parfaitement la réalité. En effet, il est crucial de faire apparaître la structure psychique (ou bien encore la structure psychologique) ainsi que la personnalité comme étant des facteurs déterminant l'état émotionnel. La structure psychique et l'état émotionnel obtenu à un instant t forment ensemble ce qu'on pourrait appeler la structure mentale de l'individu, structure qui permettra par la suite de choisir parmi une liste de comportements ou stratégies, le comportement adéquat à suivre en réaction à un événement. Enfin la prise de décision permettra de mettre en place la ou les actions en correspondance au comportement choisi. Pour une meilleure compréhension de l'approche proposée, il est important de se pencher plus attentivement sur l'architecture du modèle proposé.

3.2.1. Vue d'ensemble de l'architecture du modèle

Le modèle proposé consiste donc à répondre à la vision incrémentale de l'approche du problème. Le modèle est composé de quatre composants majeurs : un composant de la structure psychique, un composant émotionnel, un composant d'apprentissage et un composant de prise de décision (cf. figure 2).

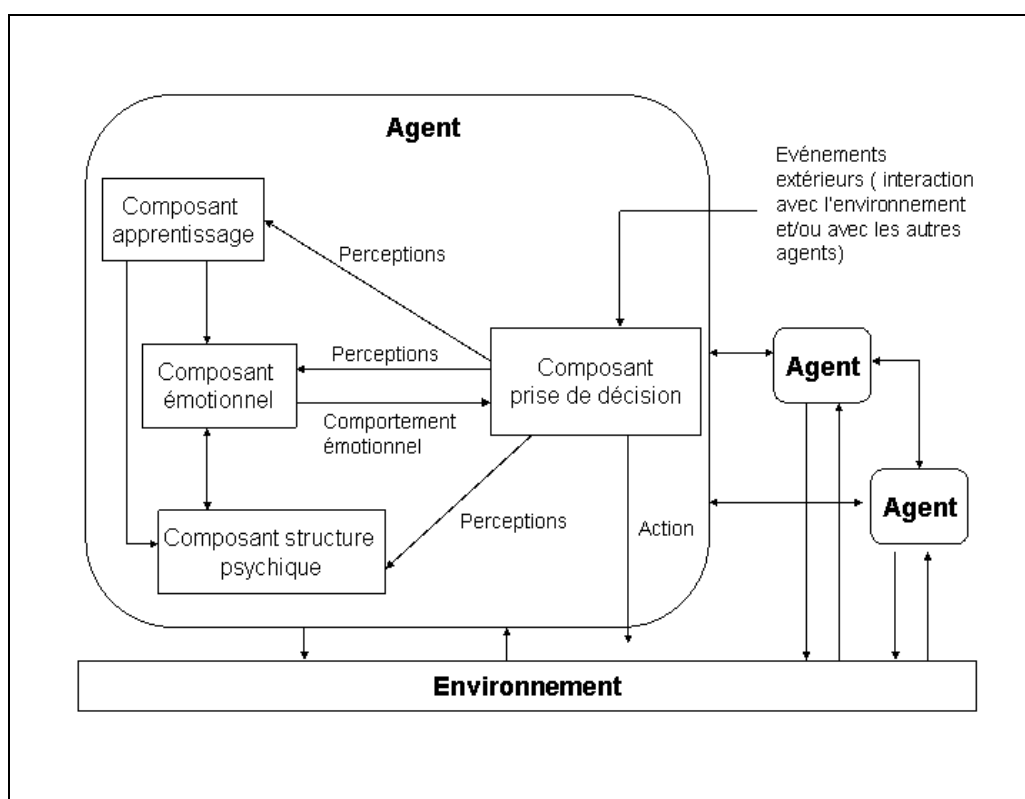


Figure 2 - Vue d'ensemble de l'architecture du modèle proposé

Un agent va donc percevoir un ou plusieurs événements extérieurs (interaction avec l'environnement et/ou les autres agents). Ces perceptions vont ensuite être transmises aux autres composants qui caractérisent l'agent. Grâce à un processus bien défini, le composant émotionnel va pouvoir délivrer au composant de prise de

décision le comportement émotionnel adéquat en réponse aux événements extérieurs afin que ce dernier choisisse une ou plusieurs actions à réaliser.

Cependant, ce comportement émotionnel ne peut être obtenu qu'en tenant compte d'une part de la structure psychique de l'agent définie au niveau du composant de la structure psychique et d'autre part des attentes et des associations événements/buts définis au niveau du composant d'apprentissage. La prise de décision en réponse à un événement s'établit donc selon l'humeur de l'agent, son état émotionnel, sa personnalité, sa structure psychologique et son comportement émotionnel.

Bien sur, l'aspect dynamique est pris en compte. D'une part, la structure psychique d'un individu change au cours du temps en fonction de son état émotionnel combiné à ses attentes et ses buts. Il est donc nécessaire de lier le composant d'apprentissage ainsi que le composant émotionnel à celui de la structure psychique afin de modéliser cette évolution. D'autre part les attentes d'un individu changent également au cours du temps selon son humeur et sa structure psychique. Là encore des liens entre les composants sont nécessaires. Pour mieux comprendre l'utilité de chaque composant, une description s'impose.

3.2.2. Les différents composants

- **Le composant émotionnel**

Le composant émotionnel est très certainement le composant central de l'architecture puisqu'il met en place le processus d'évaluation. Ce composant émotionnel reprend dans les grandes lignes le composant émotionnel du modèle FLAME [El-Nasr et al. 2000] en y incorporant tout de fois la prise en compte de la structure psychique et de la personnalité d'un individu (cf. figure 3).

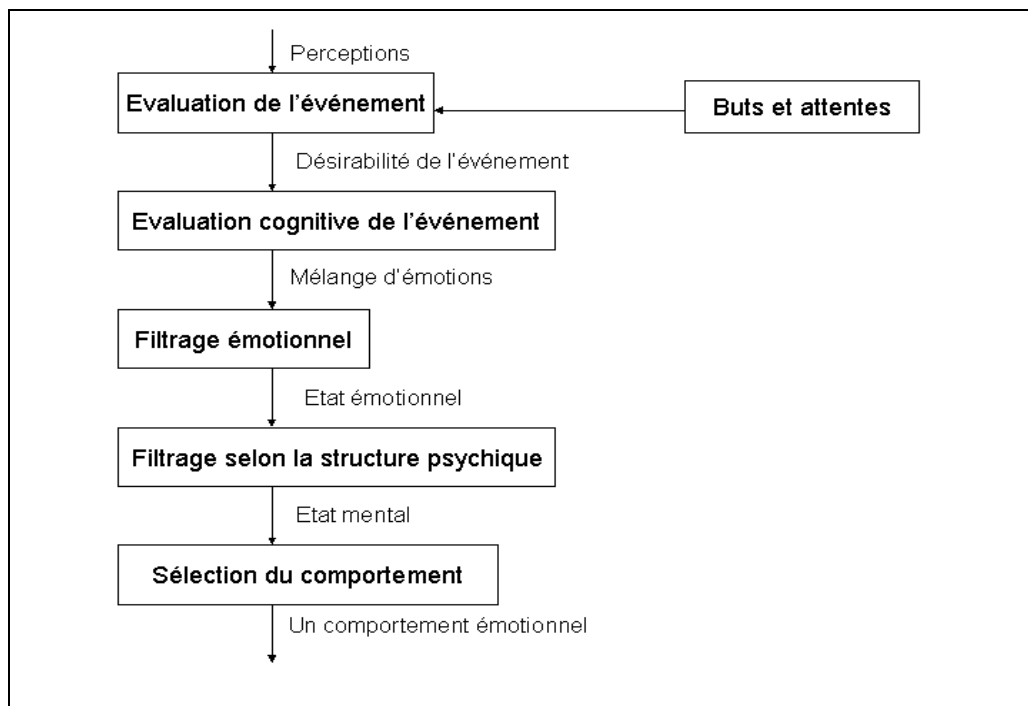


Figure 3 - Le composant émotionnel du modèle proposé

Les perceptions venant de l'environnement sont tout d'abord évaluées. En premier lieu, le composant détermine quels buts sont affectés par l'événement et le degré d'impact de cet événement sur les buts. Ensuite, des règles de correspondance calculent le niveau de désirabilité de l'événement selon l'impact précédent et l'importance des buts impliqués.

Le processus d'évaluation dépend de deux critères majeurs : l'importance des buts affectés par l'événement (cf. figure 4) et le degré avec lequel les événements affectent ces buts. Des règles floues vont donc être utilisées à ce niveau pour déterminer la désirabilité d'un événement selon ces deux critères. Par exemple, le modèle est capable de manipuler des buts d'importance intermédiaire et l'impact partiel de plusieurs événements sur de multiples buts.

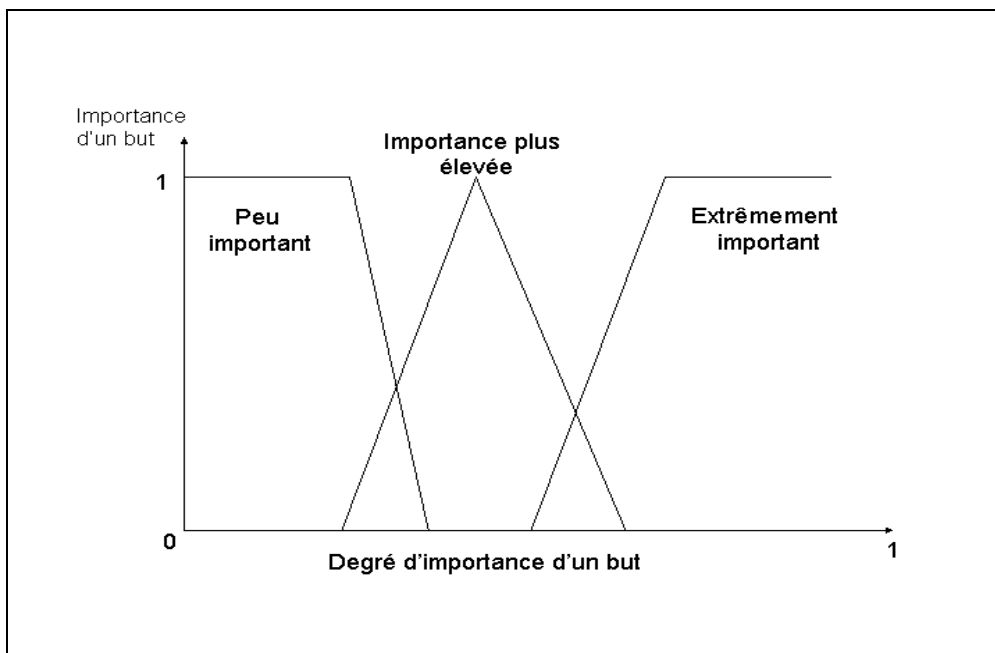


Figure 4 - Les fonctions caractéristiques floues concernant l'importance d'un but

Une fois la mesure de la désirabilité déterminée, cette mesure fait l'objet d'un processus d'évaluation cognitive pour déterminer le changement de l'état émotionnel de l'agent selon ses attentes. Les relations entre les émotions, les attentes et la désirabilité d'un événement sont basées sur le modèle OCC et le modèle de Roseman.

Plusieurs émotions se déclenchent généralement simultanément. Pour éviter le problème de conflits d'émotions dans le cas d'un mélange, la logique floue est encore choisie comme formalisme principalement dû à sa simplicité et la facilité de compréhension des règles linguistiques. Par exemple, le sentiment de tristesse est souvent mixé avec la honte, la colère et la peur. Pour cela, la logique floue met à disposition des opérateurs, notamment l'union de deux sous-ensembles flous (max), l'intersection de deux sous-ensembles flous (min) ou bien encore le complément d'un sous-ensemble flou qu'il est possible de combiner ensemble.

Les émotions sont souvent inhibées ou augmentées par d'autres états, comme les états motivationnels. Les émotions sont donc généralement filtrées et influencées par des facteurs complexes tels que la personnalité ou la structure

psychique. C'est pourquoi le mélange d'émotions obtenu est filtré selon les états motivationnels afin d'obtenir un état émotionnel cohérent. Cet état émotionnel est lui-même filtré selon la structure psychique de l'agent afin d'obtenir un état mental cohérent.

Enfin un comportement est choisi selon l'état mental de l'agent et la situation ou l'événement qui se produit. Le processus de sélection du comportement utilise là encore des règles floues. Ce comportement émotionnel est celui renvoyé au composant de prise de décision qui activera l'action adéquate.

Par ailleurs, à la fin de chaque cycle, l'état émotionnel et l'état mental peuvent éventuellement décroître et être retournés au système.

- **Le composant de la structure psychique**

C'est au niveau de ce composant que la structure psychique d'un agent est définie. Bien évidemment cette description peut changer au cours du temps puisqu'une névrose ou une psychose sont des pathologies pouvant apparaître à tout moment dans la vie d'un individu, plus particulièrement à l'âge adulte. Il est important de bien caractériser la structure psychique de l'agent afin qu'elle intervienne correctement lors du processus décisionnel. C'est pourquoi la structure psychique d'un agent pourra être représentée par un automate déterministe où chaque état représenterait les différentes étapes de la pathologie considérée.

La psychose maniaco-dépressive, par exemple, est une maladie mentale caractérisée par un dérèglement de l'humeur qui présente deux phases, l'état maniaque qui est une exagération de l'humeur et l'état mélancolique qui est l'état le plus dépressif. Pour cette pathologie, il est facile d'imaginer un automate avec une boucle périodique représentant le passage de la phase maniaque à la phase dépressive et celui de la phase dépressive à la phase maniaque.

Lors de sa phase maniaque l'individu est dans un état d'excitation. Il ne peut donc se fixer à une tâche, même routinière. Cette caractéristique joue bien un rôle important sur l'humeur et l'état émotionnel de l'individu puisqu'une personne maniaque n'aura pas la même attitude qu'une personne non maniaque et donc pas les mêmes attentes et les mêmes buts. Les activités se succèdent ainsi rapidement, parfois ponctuées par des crises d'agressivité et de colère. Ainsi le type d'émotion colère risque d'augmenter subitement chez une personne maniaque sans raisons extérieures apparentes. Sur le plan des idées, cette excitation se manifeste par une logorrhée sans fin. Les idées s'enchaînent à grande vitesse, changeant à la vue d'un objet ou d'une consonance particulière. L'attention ne peut se fixer, le malade est distrait par la moindre sollicitation. De ce fait n'importe quel événement extérieur intervenant sur l'individu lui fera oublier son action courante. L'humeur est faite de joie, d'optimisme et de confiance, ce qui fait que l'individu sera plus enclin à prendre des décisions promptement ou ne pas mener à terme ces objectifs. Par ailleurs, cette phase de la maladie va également jouer sur les états motivationnels que sont la faim et la soif puisqu'une personne maniaque verra sa faim et sa soif augmenter considérablement.

Lors de la phase mélancolique, le patient est convaincu que jamais il n'ira mieux. De ce fait le sujet est moins enclin à prendre des décisions rapidement. Les premiers signes sont l'insomnie et la fatigue. Cette phase va donc jouer sur l'état motivationnel qu'est la fatigue. Il éprouve un sentiment d'incapacité, il ne prend plus

de décision et n'éprouve plus d'intérêt pour lui-même et son entourage. Le processus décisionnel est bloqué, aucun comportement émotionnel ne pourra donc être adopté. Les attentes changent. En effet, l'intérêt porté au travail, aux loisirs, à la vie familiale et sociale se dégrade. Puis viennent les ruminations et les auto-accusations, le sentiment d'inutilité et de mésestime de soi provoque une angoisse vive. Le sujet paraît triste et douloureux. Le sujet est ralenti dans toutes ces activités, il parle et se déplace plus lentement. Il est également atteint de trouble de l'attention et de mémoire. Le sujet n'a plus d'activités intellectuelles. Tout effort de concentration, d'attention ne peut être tenue et entraîne une absence totale d'initiative.

Cette exemple montre bien en quoi une pathologie peut influencer d'une part les émotions d'un individu mais aussi ses états motivationnels, ses attentes, ses attitudes et au final son comportement émotionnel et sa prise de décision. D'autre part il apparaît très clairement qu'il n'est pas aisé de savoir dans quel état est le patient que ce soit dans sa phase maniaque ou mélancolique. L'automate représentant chaque pathologie devra mettre en place des transitions avec fonctions caractéristiques floues pour passer d'un état à un autre.

- **Le composant d'apprentissage**

Le composant d'apprentissage est crucial dans le bon fonctionnement du processus décisionnel. En effet, l'apprentissage et l'adaptabilité peuvent avoir un impact majeur sur les dynamiques émotionnelles. Il va permettre d'une part de mémoriser les effets liés à une émotion déclenchée par une situation ou un objet. D'autre part, il va permettre de définir les attentes et les buts d'un individu en fonction des résultats positifs ou négatifs des événements précédents, c'est-à-dire l'apprentissage de l'impact d'un événement. Par ailleurs, les buts et les attentes dépendent également de la structure psychique d'un individu comme nous l'avons vu précédemment. Ce composant d'apprentissage permet ainsi de montrer toute l'importance de l'aspect dynamique du processus décisionnel. L'état mental servant à choisir un comportement émotionnel est bien obtenu à un instant t dépendant très fortement des attentes, attitudes, et buts décrits à cet instant t dans le composant d'apprentissage.

3.3. Une maquette

Afin de valider le modèle mis en place, la construction d'une maquette est nécessaire avant de développer une véritable application. Pour cela, il est important de choisir dans un premier temps un environnement de développement qui permettra un développement rapide de cette maquette et dans un second temps une application simple à mettre en œuvre mais tout de même assez complexe pour valider le modèle proposé.

3.3.1. Environnement de développement

Afin de rendre les systèmes multi-agents plus accessibles, des travaux ont tenté de réutiliser des architectures et des langages existants pour construire des

environnements de développement de ces systèmes. Les plates-formes multi-agents permettent aux développeurs de concevoir et réaliser leurs applications sans perdre de temps à réaliser des fonctions de base pour la création et l'interaction entre agents et éliminent, dans la plupart des cas, la nécessité d'être familier avec les différents concepts théoriques des systèmes multi-agents.

Parmi les plates-formes fournies comme logiciels libres, il y a quelques plates-formes plus connues pour avoir été utilisées dans le développement de plusieurs applications : Jade (Rimassa et al. 2000), Zeus (Lee et al. 1999) et Madkit (Ferber et Gutknecht 1997) permettent la réalisation d'agents cognitifs. Il faut noter que cette liste n'est pas unique, et qu'il y a aussi d'autres plates-formes qui ont été utilisées avec beaucoup de succès pour bâtir diverses applications.

Nous avons ainsi mené une étude comparative de ces trois outils afin de pouvoir choisir notre environnement de développement :

- Jade est une plate-forme multi-agents développée en Java par CSELT (Groupe de recherche de Gruppo Telecom, Italie) qui a comme but la construction des systèmes multi-agents et la réalisation d'applications conformes à la norme FIPA (FIPA, 1997). JADE comprend deux composantes de base : une plate-forme agents compatible FIPA et un paquet logiciel pour le développement des agents Java. Aucune méthodologie n'est spécifiée pour le développement. Jade fournit des classes qui implémentent *JESS* pour la définition du comportement des agents. L'outil possède trois modules principaux. Le DF, *director facilitator*, fournit un service de pages jaunes à la plateforme. Le ACC *agent communication channel*, gère la communication entre les agents. Le AMS *agent management system*, supervise l'enregistrement des agents, leur authentification, leur accès et utilisation du système. Les agents communiquent par le langage FIPA ACL. Un éditeur est disponible pour l'enregistrement et la gestion des agents. Aucune autre interface n'est disponible pour le développement ou l'implémentation. À cause de cette lacune, l'implémentation demande beaucoup d'efforts. Elle nécessite une bonne connaissance des classes et des différents services offerts
- Zeus est une plate-forme multi-agents conçue et réalisée par British Telecom (Agent Research Programme of BT Intelligent Research Laboratory) pour développer des applications collaboratives. ZEUS est écrit dans le langage Java et il est fondé sur les travaux de la FIPA. L'architecture des agents ZEUS est similaire à la majorité des agents collaboratifs. Zeus est un environnement complet qui utilise une méthodologie appelée *role modeling* pour le développement de systèmes collaboratifs. Les agents possèdent trois couches. La première couche est celle de la définition où l'agent est vu comme une entité autonome capable de raisonner en termes de ses croyances, ses ressources et de ses préférences. La seconde couche est celle de l'organisation où il faut déterminer les relations entre les agents. La dernière couche est celle de la coordination où la décision des modes de communication entre les agents, protocoles, coordination et autres mécanismes d'interactions est prise. L'outil est l'un des plus complets. Les différentes étapes du développement se font à l'intérieur de plusieurs éditeurs : ontologie, description des tâches, organisation, définition des agents, coordination, faits et variables ainsi que les contraintes. Le développement de SMA avec Zeus est cependant conditionnel à l'utilisation

de l'approche *role modeling*. L'outil est assez complexe et sa maîtrise nécessite beaucoup de temps.

- Madkit est une plate-forme développée par le Laboratoire d'Informatique, de Robotique et de Microélectronique de Montpellier (LIRMM) de l'Université Montpellier II et est libre pour l'utilisation dans l'éducation. Madkit est un environnement basé sur la méthodologie Aalaadin ou AGR (agent/groupe/rôle). Cette plate-forme possède l'originalité d'être basée sur un modèle organisationnel plutôt qu'une architecture d'agent ou un modèle d'interaction spécifique. L'utilisation de groupes et de rôles associés à des agents est mis en œuvre aussi bien en tant qu'outil de modélisation et de conception pour les développeurs de systèmes multi-agents, qu'en tant que de principe d'architecture de la plate-forme elle-même. Madkit utilise un moteur d'exécution où chaque agent est construit en partant d'un micro-noyau. L'outil fournit un éditeur permettant le déploiement et la gestion des SMA (G-box). La gestion faite via cet éditeur offre plusieurs possibilités intéressantes. L'outil offre aussi un utilitaire pour effectuer des simulations.

Le choix de l'environnement de développement pour la construction d'une maquette s'est porté sur la plate-forme Madkit pour sa grande facilité de prise en main et donc pour un faible coût d'investissement. De plus, cet outil permet des simulations à grande échelle ce qui rentre tout à fait dans le cadre de nos attentes.

3.3.2. Choix de l'application

Le choix de l'application s'est tourné dans un premier temps vers la théorie des jeux. En effet, cette théorie est une approche formalisée de l'interaction entre les individus. Elle modélise les interdépendances pour mettre en évidence la manière dont les actes stratégiques se construisent et se répondent les uns aux autres. Elle est d'autant plus utile au décideur que les raisonnements qu'elle suscite l'aident à saisir pourquoi et comment les divers paramètres d'un contexte donné influencent les stratégies jouées. La théorie des jeux répond ainsi à une des exigences fortes pour la validation du modèle proposé ; elle offre des situations suffisamment complexes pour que des comportements émotionnels intéressants en découlent. De plus la théorie des jeux éclaire efficacement de nombreux contextes de gestion ce qui est un fait non négligeable à prendre en compte au niveau des perspectives de cette approche.

Dans un second temps le choix de l'application a dû se porter sur l'une des illustrations de la théorie des jeux, le dilemme du prisonnier itéré [Delahaye 1995]. Historiquement, le dilemme du prisonnier a été inventé par deux mathématiciens, Merrill Flood et Melvin Dresher en 1950. Sa formulation est la suivante : L'histoire initiale est celle de deux criminels arrêtés après avoir commis un grave délit. La police n'a pas de preuve de leur implication, à l'exception d'une infraction mineure. Le juge d'instruction leur propose un accord : celui qui dénonce l'autre, le faisant ainsi condamner lourdement, échappera à toute sanction. Si les deux se dénoncent mutuellement, ils se retrouvent tous les deux incarcérés pour de longues années. La stratégie dominante de chaque criminel consiste à dénoncer l'autre. Cependant, lorsque le jeu se répète, on peut aboutir à une coopération implicite via des stratégies dynamiques (cf. glossaire).

Habituellement, lorsque la situation du dilemme est itérée, le jeu devient très intéressant, car la question se pose sous la forme « quelle stratégie faut-il adopter en fonction du comportement passé de l'entité adverse ? » et donc comparer après n itérations (n étant tiré au hasard) les différentes stratégies mises en place afin de trouver la meilleure. Ici, l'intérêt n'est pas de trouver la meilleure stratégie mais bien d'observer, à partir des résultats de nombreuses simulations, les comportements des individus selon leur structure psychique et le choix de stratégies des individus.

Le dilemme du prisonnier apparaît donc comme un problème simple, rapide à mettre en place mais suffisamment complexe pour permettre de valider le modèle proposé. De plus le dilemme du prisonnier est la base de certaines théories de la coopération humaine et de la confiance. Si l'on assimile les situations de transactions qui réclament de la confiance à un dilemme du prisonnier, un comportement de coopération dans une population peut être modélisé comme un jeu entre plusieurs joueurs, répété. L'intérêt de choisir le dilemme du prisonnier ne s'arrête donc pas à la validation de l'approche proposée mais permet également de réutiliser la maquette sur un plan plus pratique.

4. Résultats

Modéliser et simuler tous les aspects pertinents des émotions liés au processus de prise de décision, dans un système complet, est un projet de plusieurs années. Ainsi il n'apparaît pas comme surprenant que chaque groupe dirigeant des recherches sur le sujet vaste concernant les agents émotionnels ait fait ses propres choix sur quels aspects devaient être construits dans leur système, et ceux qui devaient être mis de côté pour un développement futur. Jusqu'à présent, nous nous sommes essentiellement penchés sur le thème de la simulation d'émotion et de structure psychique.

Un agent émotionnel plausible est vu comme un agent qui possède entre autres un état émotionnel et un état mental. Ces états peuvent être modifiés par des stimuli de l'environnement ou bien encore par des stimuli des éléments internes de l'agent, comme par exemple les attentes de l'agent, sa mémoire, ses buts et sa personnalité. La simulation d'émotion et de structure psychique consiste en l'évaluation cognitive de ces stimuli et la prise en compte des processus qui s'occupent de la dynamique de ces états.

En principe, chaque type de comportement émotionnel et chaque processus interne d'un tel agent peuvent se servir de l'état émotionnel de cet agent ainsi que de son état mental. Ainsi l'état mental et par la même occasion l'état émotionnel peuvent être employés dans le processus de prise de décision. En conséquence, notre agent ne montre pas encore quelles émotions il ressent mais il est possible d'obtenir une impression de ce que ressent l'agent en observant son comportement.

Il était important de se soucier de deux choses au niveau de l'approche proposée. D'une part le modèle devait ressembler le plus possible au processus émotionnel, comme il existe dans le cerveau humain, et par conséquent ne pas diverger trop des principales théories sur les émotions. D'autre part, une approche informatique devait être développée qui puisse être facilement réutilisable afin de mettre en application un agent émotionnel.

Notre recherche est actuellement en cours puisque ce rapport fait office de rapport intermédiaire avant le rapport définitif de septembre 2004. Bon nombre d'éléments présentés dans ce rapport n'ont donc pas pu encore être correctement examinés et testés. Ce rapport permet toutefois de donner une vue d'ensemble de la façon dont le problème est envisagé et de ce que sera l'approche à l'avenir.

Perspectives de recherche

Bien évidemment ce rapport étant un rapport intermédiaire, les perspectives pour la suite sont tout d'abord de continuer de travailler sur l'approche proposée en concevant notamment la maquette dont il a été question précédemment. Une fois la maquette mise en place, il sera alors facile de procéder à de nombreuses simulations mettant en jeu différentes structures psychiques afin d'en tirer des conclusions. Par ailleurs, il existe d'autres perspectives de recherche liées à notre approche. Elle concerne tout d'abord un nouvel apport possible au modèle mais aussi les différents domaines d'application envisageable par la suite.

4.1. Influence des connaissances sur l'inconscient

L'approche présentée consiste en fait à apporter une nouvelle dimension à la modélisation à l'aide d'une approche multi-agents de l'émotion dans la prise de décision : l'influence de la structure psychique sur le processus émotionnel. Il existe une autre dimension qui joue un rôle tout aussi significatif dans le processus émotionnel : l'influence de l'inconscient.

Dans un article paru en 1917, Freud compare la révolution provoquée par la psychanalyse à celles de Copernic et de Darwin. De même que la Terre ne peut plus être considérée comme le centre de l'univers et que l'homme apparaît tard venu dans la lignée animale, le moi conscient n'est plus le maître dans sa propre maison. Par sa découverte de l'inconscient, Freud marque, en effet, que nous sommes mus, dans la plupart de nos actions, non pas par les mobiles que nous croyons consciemment être les nôtres, mais par d'autres que nous ignorons et qu'en tout état de cause nous ne pouvons connaître que partiellement.

Une perspective de recherche intéressante serait donc d'enrichir le modèle proposé d'un composant permettant de prendre en compte la notion d'inconscient.

4.2. Les différents domaines d'application

Le choix de l'application de la maquette s'est porté sur le dilemme du prisonnier, une application simple et facile à mettre en place. Cependant, il est facilement envisageable, après validation du modèle par la maquette, d'adapter notre modèle à d'autres domaines d'application plus riches et plus complexes.

La théorie des jeux peut offrir une fois encore une application intéressante afin de valider plus précisément notre modèle : le jeu du poker. Plusieurs agents émotionnels dotés de structures psychiques différentes jouent ensemble au jeu du poker. De nombreux travaux ont été publiés sur les interactions d'agents ayant des comportements de jeu et sur les résultats des stratégies employées. Il n'est donc pas difficile d'imaginer une adaptation de notre modèle à ce jeu qui permet de simuler, sur un nombre de partie tiré aléatoirement, les comportements des joueurs. Ce jeu permet entre autres d'établir des transactions entre les différents joueurs de poker. De plus un joueur de poker est amené à prendre de nombreuses décisions complexes en fonction des événements extérieurs et de sa structure psychique.

L'intégration d'un joueur humain pourrait également être considérée afin de valider plus précisément le modèle proposé.

Une autre application peut également permettre de valider le modèle présenté, cette fois-ci de façon plus sérieuse : le jeu d'entreprise qui permet d'exercer ses talents de gestionnaire. Ce jeu est en fait un jeu de rôle où des situations de négociations financières sont mises en place. Il permet de se mettre à la place d'un PDG d'une ou plusieurs entreprises et de prendre les décisions nécessaires au bon fonctionnement de celle-ci dans un milieu contraint. Il est possible de jouer à plusieurs ou contre des joueurs virtuels. Cette fois encore, il est aisé d'imaginer une adaptation du modèle proposé au jeu d'entreprise. Cette application permettrait de valider notre modèle de façon plus sérieuse grâce aux décisions complexes qu'il faut y prendre. Quelques agents virtuels, à la structure psychique différente, pourraient ainsi jouer ensemble, avec pourquoi pas un joueur humain. De nombreuses simulations pourraient être ainsi faites afin d'étudier notamment quels comportements a réussi avec succès et quels comportements s'est mis en situation d'échec. De plus, il est possible d'intégrer dans ce jeu d'entreprise une situation de crise ou d'urgence qui oblige le décideur à prendre en très peu de temps une décision et de ce fait permet d'atteindre l'objectif à terme : simuler les interactions de ces différents agents et étudier les comportements pathologiques efficaces ou non.

Conclusion

La modélisation à l'aide d'une approche multi-agents de l'émotion, de la structure psychique, de la pathologie dans la prise de décision est un sujet complexe et ambitieux.

De très nombreuses recherches ont déjà été réalisées sur le sujet des émotions dans différents domaines dont les sciences cognitives, la philosophie ou bien encore l'intelligence artificielle. Ces recherches ont conduit à l'élaboration de plusieurs modèles sur les émotions. Une variété de modèles cognitifs théoriques sur l'émotion, comme le modèle d'évaluation cognitive des événements d'Ortony, Collins et Clore ou celui de Roseman ont vu le jour et ont servi de point de départ aux nombreuses approches informatiques appliquées à l'émotion. Cherchant une meilleure représentation du processus émotionnel, les chercheurs en technologie agent se sont également penchés sur la question en offrant une multitude de systèmes multi-agents appliqués à l'émotion.

L'approche proposée dans ce rapport se différencie des autres approches par le fait que la structure psychique et la personnalité d'un individu jouent un rôle incontestable dans le processus émotionnel permettant l'aboutissement d'un comportement émotionnel et qu'il faut ainsi obligatoirement la prendre en compte afin d'obtenir un comportement émotionnel plausible. Un modèle, basé sur la technologie agent, a donc été présenté intégrant dans le processus de prise de décision l'influence de la structure psychique de l'individu.

Ce rapport n'étant qu'un rapport intermédiaire, il fait état de la façon dont le problème a été envisagé et de ce que sera l'approche à l'avenir. L'application choisie pour valider le modèle présenté devra donc être mise en place par la suite. Toutefois, le modèle a été conçu pour permettre une grande capacité d'adaptabilité et pourra être utilisé pour construire des systèmes encore plus sophistiqués et intelligemment plausibles.

Ces recherches offrent de multiples débouchés tant sur le plan théorique que pratique et juridique. La possibilité d'adapter notre modèle au jeu d'entreprise, par exemple, ne manquera pas d'intéresser les entreprises et le domaine de la gestion tout entier.

Bibliographie

[Allbeck et al. 2002] Allbeck, J., Badler, N., 2002. *"Toward Representing Agent Behaviors Modified by Personality and Emotion"*. Embodied Conversational Agents at AAMAS'02.
<http://citeseer.ist.psu.edu/535052.html>

[André et al. 2000] André, E., Klesen, M., Gebhard, P., Allen, S., Rist, T., 2000. *"Exploiting Models of personality and Emotions to Control the Behavior of Animated Interactive Agents"*. In J. Rickel et al. (Eds.), Proceedings of the Fourth International Conference on Autonomous Agents, pages 3-7, Barcelona.
<http://citeseer.ist.psu.edu/klesen00exploiting.html>

[Bartneck 2002] Bartneck, C., 2002. *"Integrating the OCC Model of Emotions in Embodied Characters"*.
<http://citeseer.ist.psu.edu/bartneck02integrating.html>

[Bates 1994] Bates, J., 1994. *"The Role of Emotion in Believable Agents"*. Communications of the ACM, 37, 122-125.
<http://citeseer.ist.psu.edu/bates94role.html>

[Bouchon-Meunier 1993] Bouchon-Meunier, B., 1993. *"La logique floue"*. Que sais-je ? Presses Universitaires de France, 128p., ISBN 2-13-045007-5.

[Briot et al. 2001] Briot, J.-P., Demazeau, Y. 2001. *"Principes et architectures des systèmes multi-agents"*. Paris, Hermès Science Publication, 268p. ISBN 2-7462-0336-7.

[Custadio et al. 1999] Custadio, L., Ventura, R., Pinto-Ferreira C., 1999. *"Artificial and emotion-based control systems"*.
<http://citeseer.ist.psu.edu/308020.html>

[Damasio 1994] Damasio, A. R., 1994. *"L'erreur de Descartes – la raison des émotions"*. Editions Odile Jacob, 396p., ISBN 2-7381-0920-9, ISSN 1621-0654.

[Damasio 2003] Damasio, A. R., 2003. *"Spinoza avait raison – joie et tristesse, le cerveau des émotions"*. Editions Odile Jacob, 346p., ISBN 2-7381-1264-1.

[Delahaye 1995] Delahaye, J.-P. 1995. *"Logique, informatique et paradoxe"*. Pour la Science 1987 à 1993, Editions Belin, 158p., ISBN 2-9029-1894-1, ISSN 0224-5159, pages 88-104.

[Dipert 1999] Dipert, R. R., 1999. *"The Nature and Structure of Emotions"*. U.S. Military Academy, West Point NY 10996.
<http://www.neologic.net/rd/Papers/EM-DEF19.html>

[Elliott 1992] Elliott, C., 1992. *"The Affective Reasoner : A process Model of Emotions in a Multi-agent system"*. Ph.D. Thesis, Institute for the Learning Sciences, Northwestern University.
<http://condor.depaul.edu/~elliott/ar/ftp/elliott-thesis.ps>

[Elliot 1993] Elliott, C., 1993. "Using the Affective Reasoner to Support Social Simulations". In proceeding of the Thirteenth International Joint Conference on Artificial Intelligence, pages 194-200, Chambéry, France.

<http://citeseer.ist.psu.edu/elliott93using.html>

[El-Nasr et al. 2000] El-Nasr, M. S., Yen, J., Loerger, T. R. 2000. "FLAME – Fuzzy Logic Adaptive Model of Emotions". Autonomous agents and Multi-agent systems, 3:219-257.

<http://citeseer.ist.psu.edu/394133.html>

[Faivre et al. 2002] Faivre, J., Frasson, C., Nkambou, R., 2002. "Gestion émotionnelle dans les Systèmes Tuteurs Intelligents". TICE 2002, Lyon 13-15 novembre, p.73-80.

<http://docinsa.insa-lyon.fr/tice/2002/cs/cs021.html>

[Ferber 1995] Ferber, J., 1995. "Les systèmes multi-agents – Vers une intelligence collective". InterEditions, Paris, 522p., ISBN 2-7296-06665-3.

[Hubal et al. 2003] Hubal, R. C., Frank, G. A., Guinn, C. I., 2003. "Lessons Learned in Modeling Schizophrenic and Depressed Responsive Virtual Humans for Training". ACM 1-58113-586-6/03/0001.

<http://citeseer.ist.psu.edu/575736.html>

[Lemperière et al. 1982] Lemperière, Th., Féline, A., Gutmann, A., Ades, J., and Pivate, C. 1982. "Psychiatrie de l'adulte - Abrégés". Edition Masson, Paris, 430p., pages 122-133.

[Malrieu 1995] Malrieu, J.-P., 1995. "La cohérence idéologique du discours, une méthode d'estimation". Intellectica, 1995/1, 20, pp.185-215.

http://www.utc.fr/arco/publications/intellectica/n20/20_13_Malrieu.pdf

[Narayanan et al. 1995] Narayanan, A., Olsen, J., 1995. "Computational Emotion".

<http://citeseer.ist.psu.edu/222436.html>

[Ortony et al. 1988] Ortony, A., Clore, G. L., Collins, A., 1988. "The cognitive structure of emotions". Cambridge University Press, Cambridge, MA.

[Padgham et al. 1997] Padgham, L., Taylor, G., 1997. "A System for Modelling Agents having Emotion and Personality". PRICAI Workshop on Intelligent Agent Systems.

<http://citeseer.ist.psu.edu/padgham97system.html>

[Pfeifer 1996] Pfeifer, R., 1996. "Building "Fungus Eaters" : design principles of autonomous agents". In Maes, Mataric, Meyer, Pollack, and Wilson, editors, Proceedings of the Fourth International Conference on Simulation of Adaptive Behavior, volume 4 From Animals to Animats, Cambridge, MA, 1996. MIT Press/Bradford Books.

<http://citeseer.ist.psu.edu/pfeifer96building.html>

[Picard 1995] Picard, R.W. 1995. "Affective computing". Technical Report 321, M.I.T. Media Laboratory; Perceptual Computing Section.

<http://citeseer.ist.psu.edu/picard95affective.html>

[Picard 1998] Picard, R.W. 1998. "Affective Computing". The M.I.T. Press, Cambridge, Massachusetts, 2ed. MIT USA, 292p., ISBN 0-262-16170-2, pages 194-226.

[Reilly et al. 1992] Reilly, W. S., Bates, J., 1992. "Building Emotional Agents". CMU-CS-92-143, Pittsburgh, PA, USA.

<http://www.citeseer.ist.psu.edu/reilly92building.html>

- [Reilly 1996] Reilly, W. S., 1996. "*Believable Social and Emotional Agents*". CMU-CS-96-138.
<http://citeseer.ist.psu.edu/reilly96believable.html>
- [Roseman et al. 1990] Roseman, I. J., Jose, P.E., Spindel, M.S., 1990. "*Appraisals of emotion-eliciting events: testing a theory of discrete emotions*". *Journal of Personality and Social Psychology* Vol 59 (5), pp. 899-915.
- [Rousseau et al. 1997] Rousseau, D., Hayes-Roth, B., 1997. "*A Social-psychological model of synthetic actors*". Proceedings of the 2nd International Conference on Autonomous Agents (Agents'98).
<http://citeseer.ist.psu.edu/rousseau97socialpsychological.html>
- [Scherer et al. 1996] Scherer, K.R., Sangsue, J., 1996. "*Le système mental en tant que composante de l'émotion*".
<http://www.unige.ch/fapse/emotion/publications/pdf/coimbra.pdf>
- [Sycara 1998] Sycara, K. P., 1998. "*Multiagent Systems*". *AI Magazine* 19(2).
<http://www.ics.uci.edu/~bschang/AIMag19-02-007.pdf>
- [Wooldridge et al. 1994] Wooldridge, M. J., Jennings, N.R., 1994. "*Agent theories, Architectures, and Languages: A Survey*".
<http://citeseer.ist.psu.edu/wooldridge94agent.html>

Glossaire

Tentative de définition d'un agent et d'un système multi-agents

Il n'y a pas de définition acceptée en unanimité pour la notion d'agent. Cependant, il est intéressant de connaître les points de vue suivants :

- Un agent est un système informatique, situé dans un environnement, et qui agit d'une façon autonome pour atteindre les objectifs (buts) pour lesquels il a été conçu [Wooldridge et al. 1994],
- Un agent est une entité autonome, réelle ou abstraite, qui est capable d'agir sur elle-même et sur son environnement, qui, dans un univers multi-agents, peut communiquer avec d'autres agents, et dont le comportement est la conséquence de ses observations, de ses connaissances et des interactions avec les autres agents [Ferber, 1995]

Caractéristique d'un agent selon Wooldridge et Jennings [Wooldridge et al. 1994] :

- *Situé* – l'agent est capable d'agir sur son environnement à partir des entrées sensorielles qu'il reçoit de ce même environnement,
- *Autonome* – l'agent est capable d'agir sans l'intervention d'un tiers et contrôle ses propres actions ainsi que son état interne,
- *Proactif* – l'agent doit exhiber un comportement proactif et opportuniste, tout en étant capable de prendre l'initiative au bon moment,
- *Capable de répondre à temps* – l'agent doit être capable de percevoir son environnement et d'élaborer une réponse dans le temps requis,
- *Social* – l'agent doit être capable d'interagir avec d'autres agents (logiciels ou humains) afin d'accomplir des tâches ou aider ces agents à accomplir les leurs.

Caractéristique d'un agent selon Ferber [Ferber 1995] :

Entité physique ou virtuelle qui

- est capable d'agir dans un environnement,
- communique avec les autres agents,
- qui est mue par un ensemble de tendances (sous la forme d'objectifs individuels ou d'une fonction de satisfaction, voire de survie, qu'elle cherche à optimiser),
- qui possède des ressources (temps CPU, mémoire...) propres,
- qui possède des compétences et offre des services,
- dont le comportement tend à satisfaire ses objectifs en tenant compte des ressources et des compétences dont elle dispose, et en fonction de sa perception, de ses représentations et des communications qu'elle reçoit.

Définition d'un système multi-agents selon Ferber [Ferber 1995] :

C'est un système composé des éléments suivants

- un environnement E , disposant d'une métrique en général,
- un ensemble d'objets O , auxquels on peut associer une position dans E à un moment donné. Ces objets (hormis les agents) sont passifs : les agents peuvent les percevoir, les créer, les détruire et les modifier.
- un ensemble A d'agents ($A \subseteq O$), lesquels représentent les entités actives du système,
- un ensemble de relations R qui unissent les objets (et agents) entre eux,
- un ensemble d'opérateurs Op permettant aux agents de A de percevoir, produire, consommer, transformer et manipuler des objets de O ,
- des opérateurs chargés de représenter l'application de ces opérations et la réaction du monde à cette tentative de modification, que l'on appellera les lois de l'univers.

Tentative de définition pour les névroses

Définition des troubles obsessionnels compulsifs

Il s'agit d'un trouble psychiatrique de type névrotique où le sujet est en proie à une obsession, c'est-à-dire à une pensée qui s'impose à lui, et contre laquelle il va mettre en œuvre une action, la compulsion, lui permettant d'apaiser cette tension anxieuse, tout en reconnaissant le caractère inutile et absurde de celui-ci. Le sujet remet perpétuellement en doute celle-ci, persuadé qu'elle n'a pas été bien exécutée ou qu'elle n'a plus d'effet, il la réitère sans cesse. Trois types d'obsessions sont décrits :

- L'obsession impulsive : elle consiste pour le sujet à craindre sans cesse d'être poussé à commettre des actes dangereux pour soi ou pour autrui, comme par exemple l'impulsion de se jeter par la fenêtre ou d'avoir causé un accident. La compulsion vise alors à contrôler et empêcher toute possibilité de passage à l'acte, comme la vérification constante de la pression des pneus, l'éloignement des fenêtres, etc.
- L'obsession phobique consiste elle en une obsession par une idée phobogène qu'il doit neutraliser par des comportements rythmant sa vie : l'obsession des microbes par exemple avec lavages des mains intensifs et répétés.
- L'obsession idéative enfin, consiste en la rumination d'idées préoccupantes relatives à l'ordre et à la perfection, dont les compulsions sont plus difficiles à déceler car ils prennent des formes telles que le rangement méticuleux et perfectionniste.

Définition de la névrose hystérique

L'hystérie peut se définir comme une affectation névrotique caractérisée par l'expression de conflits psychiques sous la forme de symptômes corporels variés en situation et intensité. La personnalité hystérique peut se caractériser quasi constamment par le souci de plaire par un habillement et/ou un maquillage excessif, un comportement aguicheur, une séduction érotique, une tendance à exprimer de manière excessive et théâtrale ses émotions afin d'attirer l'attention. Constamment à l'écoute de l'avis de l'entourage et toujours dans une angoisse liée à la peur de ne pas plaire, la personnalité histrionique n'hésite pas à changer d'avis, de comportement au grès des rencontres, allant ainsi de coup de foudre en passions diverses, étant alors très instable. La dépendance à autrui est un trait fondamental

de la personnalité hystérique : les relations sont faciles et superficielles, marquées par des moments intenses, les frustrations et remarques sont souvent mal tolérées, provoquant le conflit et évitant les responsabilités et remises en questions.

Définition de la névrose post-traumatique

Il s'agit d'un état névrotique survenant à la suite d'un traumatisme psychique, c'est-à-dire un événement imprévisible soumettant l'individu à une brusque agression psychique et parfois physique sur laquelle il ne peut exercer aucun contrôle. On distingue des manifestations immédiates et d'autres différées, parfois de plusieurs années. Des réactions de stress avec décharge émotionnelle intense et signes neurovégétatifs, accompagnés de troubles du comportement, avec agitation ou au contraire prostration et stupeur. Des réactions de types névrotiques tels que des manifestations anxieuses, phobiques ou hystériques peuvent intervenir par la suite, ayant pour but d'attirer l'attention sur l'individu.

Tentative de définition pour les psychoses

Définition de la schizophrénie

Trois modes d'entrées que nous ne détaillerons pas plus ici sont notés: les débuts aigus (troubles de l'humeur, syndrome catatonique, etc.), les débuts insidieux (repli, idées délirantes, modifications des traits de caractères, etc.) et les débuts sous une sémiologie d'emprunt (sémiologie pseudo névrotique, pseudo hypochondriaque, pseudo anorexique, etc.). Les symptômes sont variés et nombreux dont comportement perturbé, attachement excessif au détail, trouble de l'affectivité, troubles des rapports sociaux, etc. Derrière ce terme, on entend un ensemble de troubles mentaux très hétérogènes, tant par leur étiologie, que leur évolution ou leur clinique, mais ont tous en commun :

- Une évolutivité sur plusieurs mois ou plusieurs années allant vers un appauvrissement de la personnalité ainsi que de l'efficacité,
- Une absence de cause organique,
- Une existence de troubles psychotiques,
- Une caractérisation des troubles par la dissociation.

Définition de l'accès maniaque

Il s'agit d'une psychose caractérisé par une hyperthymie euphorique et expansive, s'intégrant généralement dans le cadre d'une psychose maniaco-dépressive. Le déclenchement fait souvent suite à un événement psychologique (surmenage, stress, deuil, etc.). De début progressif, les prodromes sont l'insomnie, l'hyperactivité et la logorrhée.

Le patient est caractéristique : il est hyperexpressif et logorrhéique. Il semble être infatigable et débordant d'énergie. Son humeur euphorique est sa caractéristique principale: il a un sentiment de bonheur et de bien être, de toute puissance dans tous les domaines, et de communication facile avec quiconque. C'est l'hypersyntonie à l'ambiance. Il ressent une jouissance extrême à tous les plaisirs (hyperhédonie), se sent infaillible, ne craignant rien, il adopte des attitudes mégalomaniaques et se jette dans de nombreux projets démesurés, s'affranchissant de toutes contraintes, familiale, financière ou légale.

Intellectuellement, on note chez le maniaque une fuite des idées, appelée tachypsychie, constituée d'une pensée superficielle, passant d'un sujet à l'autre sans lien évident, jouant avec les mots, se distrayant très facilement. Il est donc extrêmement difficile de le suivre, et il ne peut fixer son attention que très peu de temps sur un sujet précis. Cette hyperactivité intellectuelle est peu productive de par sa superficialité.

Physiquement, le maniaque se distingue par une hyperactivité, dormant très peu, se levant très tôt pour s'adonner à d'innombrables activités joyeuses et continues. Il s'agite et gesticule dans son domaine, achetant par exemple des dizaines de livres qu'il ne lira jamais. Il est incapable de conserver un objectif stable. Il est volontiers dangereux, multipliant les excès de vitesse, les décisions irréfléchies (vente de bien immobilier, achats de véhicule sportif, dépenses royales).

Définition de la paranoïa

Le paranoïaque est un personnage totalitaire, monolithique, ne pouvant sortir de lui-même. Il ne peut avoir différents points de vue, se critiquer, se culpabiliser, ne possède ni duplicité, ni humour. Le sujet est confiné dans sa rigidité. Le sujet met alors en place plusieurs processus :

- L'adoration d'un modèle, le culte d'une idée. Ignorant les nuances, le sujet paranoïaque est manichéen,
- Il revendique pour l'autre, défend l'opprimé. En réalité, il projette sa propre plainte sur l'autre tout en se moquant réellement des intérêts de ce dernier. Il est violent, massif, sans faiblesse ni pitié dans les conflits,
- La mégalomanie
- La domination, exerçant sa toute puissance autorité pour imposer son point de vue, persuadé qu'il est bon.

Il existe plusieurs thèmes paranoïaques dont la mégalomanie et la persécution, les délires passionnels (la jalousie, l'érotomanie), l'idéalisme passionnel, les délires de revendication, et enfin le délire hypochondriaque et la sinistrose. La personnalité paranoïaque se caractérise par l'hypertrophie du moi, une méfiance, une psychorigidité ainsi qu'une inadaptation sociale.

Tentative de définition pour les états limites

Définition de la personnalité limite

La personnalité limite se définit par une instabilité, notamment dans les domaines de l'humeur, des relations et de l'image de soi. Ces personnalités sont volontiers anxieuses, dépressives, et impulsives.

La personnalité limite s'engage dans ses relations d'une manière excessive, faisant alterner idéalisation et dévalorisation d'une façon manichéenne. Elle est manipulante, toujours dominée par la crainte de la séparation, de l'abandon.

L'impulsivité va de pair avec leur demande excessive et impatiente. Ils peuvent s'automutiler dans une perspective manipulatoire et/ou masochiste. Ils sont sujets à des impulsions et excès.

D'une humeur instable, ils peuvent passer très rapidement de l'euphorie à l'angoisse. Au niveau intellectuel, on note un grand nombre de projets, variés suivant le moment, dont la plupart n'aboutiront jamais.

Définition des perversions

Il s'agit d'une anomalie de comportements survenant de façon régulière chez un sujet, plus ou moins grâce, généralement isolé de toute autre pathologie mentale. Amoral, ce comportement est souvent minimisé par le sujet. Le comportement pervers concerne essentiellement le domaine sexuel, mais peut aussi toucher d'autres sujets tel l'achat, le vol, le jeu, etc.

Trois types de troubles peuvent être distingués, pouvant être indépendants ou associés : les troubles de la préférence sexuelle et les troubles de l'objet sexuel (le voyeurisme, le travestisme, le fétichisme, le sadisme, la pédophilie, l'inceste, la zoophilie, le masochisme, etc.), et les troubles de zones sexuelles.

Définition de stratégies pour le dilemme du prisonnier itératif

Il existe de nombreuses stratégies pour le dilemme du prisonnier itératif, dont les plus courantes sont :

- **Gentille** : je coopère toujours,
- **Méchante** : je trahis toujours,
- **Lunatique** : je trahis une fois sur deux, au hasard,
- **Donnant-donnant** : je coopère à la 1^{ière} partie, puis je joue ce qu'a joué l'autre à la partie précédente,
- **Rancunière** : je coopère, mais dès que mon adversaire a trahi, je trahis toujours,
- **Périodique-méchante** : je joue trahir trahir coopérer trahir trahir coopérer, etc.
- **Périodique-gentille** : je joue coopérer coopérer trahir coopérer coopérer trahir, etc.,
- **Majorité-mou** : je joue ce que l'adversaire a joué en majorité, en cas d'égalité et à la première partie, je coopère,
- **Méfiant** : je trahis à la première partie, puis je joue ce qu'a joué mon adversaire à la partie précédente,
- **Majorité-dur** : je joue ce que l'adversaire a joué en majorité en cas d'égalité et à la première partie, je trahis,
- **Sondeur** : aux 3 premières parties, je joue trahir coopérer coopérer, si, aux parties 2 et 3, l'adversaire a coopéré, je trahis toujours, sinon je joue donnant-donnant,
- **Donnant-donnant-dur** : je coopère, sauf si mon adversaire a trahi lors de l'une des deux parties précédentes.

Annexes

Le modèle d'évaluation cognitive de Roseman

- Tableau des différents noms et types d'émotions (Roseman).
- Précisions sur le modèle de Roseman.

Le modèle OCC

- Tableau des différents noms et types d'émotions (OCC).
- Précisions sur le modèle OCC.

La théorie des processus composants de Scherer

- Tableau des différents critères d'évaluation selon Scherer.

Le projet Oz de Bates

- L'architecture Tok de l'agent du projet Oz
- Précisions sur l'architecture Tok de l'agent du projet Oz

L'affective reasioner d'Elliot

- Tableau des différents noms et types d'émotions (Elliot)

Le modèle FLAME

- L'architecture de FLAME
- Le processus du composant émotionnel de FLAME

Tableau des différents noms et types d'émotions (Roseman)

		Positive Emotions Motive-Consistent		Negative Emotions Motive-Inconsistent		
		Appetitive	Aversive	Appetitive	Aversive	
Circumstance- caused	Unexpected	Surprise				Low Control Potential
	Uncertain	Hope		Fear		
	Certain	Joy	Relief	Sadness	Distress	
	Uncertain	Hope		Frustration	Disgust	High Control Potential
Certain	Joy	Relief				
Other-caused	Uncertain	Liking		Dislike		Low Control Potential
	Certain			Anger	Contempt	High Control Potential
	Uncertain					
	Certain					
Self-caused	Uncertain	Pride		Regret		Low Control Potential
	Certain			Guilt	Shame	High Control Potential
	Uncertain					
	Certain					

Précisions sur le modèle de Roseman

Roseman et ses collègues ont construit un modèle dans lequel un petit nombre de critères d'évaluations cognitives interagissent pour donner lieu à 17 émotions. Voici donc les principaux critères d'évaluations cognitives de Roseman :

- La plupart des auteurs s'accordent à penser que la cause perçue ou attribuée d'un événement détermine largement la nature de l'expérience émotionnelle produite en réponse à cet événement. Roseman distingue à ce propos, en termes de différenciation des réponses émotionnelles, plusieurs formes de causalité et emploie à ce sujet le terme de "*agency*":
 - o La causalité interne, soi-même.
 - o La causalité externe, autrui.
 - o La causalité dite naturelle ou intrinsèque, le hasard par exemple.
- L'appréciation de la nature d'un événement en regard des buts d'un individu est considérée comme étant l'un des antécédents les plus fondamentaux d'un état émotionnel. Cette dimension de l'évaluation correspond à ce que Roseman appelle "*probability*".
- L'évaluation de la conformité aux standards moraux serait également une dimension d'importance majeure, notamment pour des émotions telles que le mépris, la honte, la culpabilité et parfois la colère. "*Legitimacy of actions or outcomes*" est le terme usité, à ce propos, par Roseman.
- Le caractère imprévu de ce qui se produit, "*unexpectedness*" qui permet d'obtenir la surprise.
- Le potentiel de réaction aux conséquences d'un événement, "*Control Potential*" recouvre le degré de contrôle qu'il est possible d'exercer sur un événement, la capacité d'un individu à influencer le cours de la situation dans laquelle s'inscrit cet événement, et enfin l'aptitude de cet individu à ajuster ses motivations, ses besoins et ses buts en fonction des conséquences de cet événement.

- Le dernier critère concerne l'accord entre les conséquences d'un événement et les attentes de l'individu, "*Motivational state and situational*" state. Dans le cas de conséquences reconnues comme étant importantes pour l'un au moins des besoins d'un individu, cet individu se devra d'évaluer dans quelle mesure ces conséquences seront favorables ou, inversement, iront à l'encontre de la satisfaction de ses besoins précisément.

Tableau des différents noms et types d'émotions (OCC)

Groupe	Spécification	Nom et type de l'émotion
Well-being	Appraisal of a situation as an event	Joy : pleased about an event Distress : displeased about an event
Fortunes-of-others	Presumed value of a situation as an event affecting another	Happy-for : pleased about an event desirable for another Gloating : pleased about an event undesirable for another Resentment : displeased about an event desirable for another Pity : displeased about an event undesirable for another
Prospect-based	Appraisal of a situation as prospective event	Hope : pleased about a prospective desirable event Fear : displeased about a prospective undesirable event
Confirmation	Appraisal of a situation as conforming or disconfirming an expectation	Satisfaction : pleased about a confirmed desirable event Relief : pleased about a disconfirmed undesirable event Fears-Confirmed : displeased about a confirmed undesirable event Disappointment : displeased about a disconfirmed desirable event
Attribution	Appraisal of a situation as an accountable act of some agent	Pride : approving of one's own act Admiration : approving of another's act Shame : disapproving of one's own act Reproach : disapproving of another's act
Attraction	Appraisal of a situation as containing an attractive or unattractive object	Love : finding an object appealing Hate : finding an object unappealing
Well-being/Attribution	Compound emotion	Gratitude : admiration + joy Anger : reproach + distress Gratification : pride + joy Remorse : shame + distress

Précisions sur le modèle OCC

Selon Ortony et al. (1988), deux types de caractères conditionneraient l'intensité de nos émotions, des variables globales qui détermineraient l'intensité de toutes nos émotions et des variables locales dont l'influence ne s'étendrait qu'à certaines émotions [El-Nasr 2000 ; Picard 1998]. Parmi ces variables globales, ils distinguent :

- Le caractère réel ou imaginaire d'une situation, "*sense of reality*".
- La proximité temporelle d'un événement ou relationnelle vis à vis d'autrui, "*proximity*".
- Le caractère imprévu de ce qui se produit, "*unexpectedness*".

Ainsi Ortony Clore et Collins reconnaissent, non seulement, l'importance majeure du caractère attendu ou inattendu d'un événement, mais affirment de surcroît que ce critère influence de façon déterminante l'intensité émotionnelle.

Pour en arriver à l'influence des variables locales, la catégorisation des émotions adoptée par les auteurs doit être explicitée. Ortony et al. regroupent les émotions selon les trois classes suivantes :

- Les réactions émotionnelles à des événements telles que la joie, l'espoir, la peur.
- Des réactions à autrui et à soi telles que la colère, la fierté, la honte.
- Les réactions à certains objets, qu'ils soient animés ou inanimés, concrets ou abstraits, telles que l'amour et la haine.

Les variables qui selon eux seraient responsables de l'intensité de ces émotions sont respectivement :

- La force du désir de voir se réaliser nos buts de vie, "*desirability which is evaluated with reference to goals*".
- Le degré de conformité des actions d'autrui avec ses propres standards.
- Le degré d'accord avec soi-même, "*praiseworthiness which is evaluated with reference to standards*",
- Le degré d'attrance pour un certain objet, "*appealingness which is evaluated in terms of attitudes*".

En plus de ces trois variables locales, les auteurs explicitent les autres caractères suivants, dont l'influence de chacun se restreint à une catégorie :

- Le degré de vraisemblance d'un événement anticipé, qui influencerait l'intensité de l'espoir et de la peur, "*likelihood*".
- L'effort requis pour provoquer ou au contraire empêcher un événement, par exemple la déception serait d'autant plus grande que l'effort fourni aurait été important, "*effort*".
- Le degré selon lequel un événement anticipé arrive, "*realization*".
- Le degré selon lequel l'événement est perçu comme étant désiré par autrui, caractère qui influencerait l'intensité de la pitié par exemple, "*desirability-for-other*".
- Le degré de sympathie, d'attrance que l'on éprouve à l'égard de quelqu'un, "*liking*".
- Le degré selon lequel autrui mérite ce qui lui arrive, "*deservingness*".
- Le degré d'identification de l'individu avec la personne ou l'institution à l'origine de l'événement, "*strength of cognitive unit*".
- Le degré selon lequel les actions d'autrui sont différentes de celles attendues, "*expectation deviation*".
- Le caractère familier de l'objet à l'origine de la réponse émotionnelle, "*familiarity*".

Tableau des différents critères d'évaluation selon Scherer

Critères d'évaluation des séquences de traitement de la stimulation dans le modèle de Scherer et comparaison de ceux-ci avec les critères d'autres théoriciens de l'appraisal [Scherer et al. 1996]:

Séquence de traitement de la stimulation (Scherer)	Appraisal dimensions (Frijda, Ortony Clore et Collins, Roseman, Smith/Ellsworth, Solomon, Weiner)
NOUVEAUTE	Change, attentional activity
→ Soudaineté	
→ Familiarité	Familiarity
→ Prévisibilité	Unexpectedness
AGREMENT INTRINSEQUE	Valence, appealingness, pleasantness
RAPPORTS AUX BUTS	
→ Pertinence	Focality, appetitive/aversive motivation, scope/focus, importance
→ Degré de certitude dans la prédiction des conséquences	Certainty, probability, likelihood, predictability
→ Attente	Presence, prospect realization
→ Opportunité	Open/closed, desirability, motive consistency, goal/path obstacle, evaluation
→ Urgence	Urgency, proximity
POTENTIEL DE MAITRISE	
→ Causalité: interne	Intent/self-other, agency, responsibility, locus of causality
→ Causalité: externe	Agency, stability
→ Puissance	Controllability, power
→ Ajustement	
ACCORD AVEC LES STANDARDS	
→ Standards externes	Value relevance, legitimacy, fairness
→ Standards internes	Blameworthiness

L'architecture Tok de l'agent du projet Oz [Reilly et al. 1992]

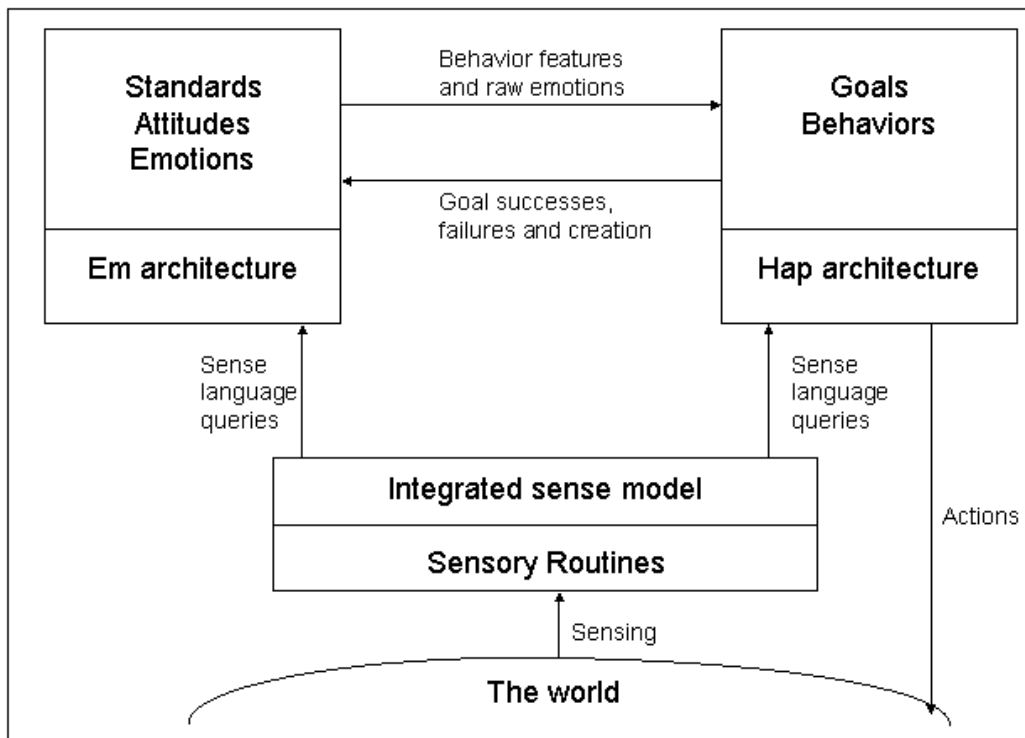


Figure 5 - L'architecture Tok de l'agent du projet Oz

Précisions sur l'architecture Tok de l'agent du projet Oz

Le module de planification Hap est le cœur du comportement du personnage : il gère la base de buts et les plans permettant de les atteindre ; il décide des actions ; il synthétise les informations d'ordre émotionnel et social issues de Em. L'algorithme de fonctionnement d'un agent est basé sur une boucle classique de perception, raisonnement, action et se déroule comme suit [Reilly et al. 1992] :

- Mise à jour des perceptions et donc du modèle du monde,
- Evaluation de l'applicabilité des plans en cours et du succès éventuel des buts,
- Choix d'un but :
 - o Si le but est associé à une action, effectuer cette action,
 - o Sinon, choix d'un plan pour accomplir le but.
- Reboucler

Le module émotionnel (Em), inspiré des travaux d'Ortony, Clore et Collins [Ortony et al. 1988] gère les émotions en fonction de la comparaison de trois paires de critères :

- Des événements et des buts : par exemple, le succès d'un but entraînera une joie proportionnelle à l'importance de ce but et l'espoir est lié à la probabilité de réussite d'un but,

- Des actions et des standards (normes) : par exemple, le reproche est dirigé vers quelqu'un dont les actes sont répréhensibles (faire quitter au personnage un lieu où il se sentait bien), tandis que si c'est le personnage lui-même qui effectue cet acte vis-à-vis d'un autre, il pourra ressentir de la honte,
- Des objets du monde et des attitudes : certains objets (ou agents) peuvent être, par leur seule proximité, générateur d'émotions comme la haine ou l'amitié.

Les capacités interactionnelles des agents, quant à elles, sont particulièrement mises en évidence dans la deuxième partie (*Believable Social Agents*) de la thèse de Scott Reilly [Reilly 1996].

Tableau des différents noms et types d'émotions (Elliot)

Groupe	Spécification	Nom et type de l'émotion
Well-being	Appraisal of a situation as an event	Joy : pleased about an event Distress : displeased about an event
Fortunes-of-others	Presumed value of a situation as an event affecting another	Happy-for : pleased about an event desirable for another Gloating : pleased about an event undesirable for another Resentment : displeased about an event desirable for another Jealousy : resentment over a desired mutually exclusive goal Envy : resentment over a desired non-exclusive goal Pity : displeased about an event undesirable for another
Prospect-based	Appraisal of a situation as prospective event	Hope : pleased about a prospective desirable event Fear : displeased about a prospective undesirable event
Confirmation	Appraisal of a situation as conforming or disconfirming an expectation	Satisfaction : pleased about a confirmed desirable event Relief : pleased about a disconfirmed undesirable event Fears-Confirmed : displeased about a confirmed undesirable event Disappointment : displeased about a disconfirmed desirable event
Attribution	Appraisal of a situation as an accountable act of some agent	Pride : approving of one's own act Admiration : approving of another's act Shame : disapproving of one's own act Reproach : disapproving of another's act
Attraction	Appraisal of a situation as containing an attractive or unattractive object	Liking : finding an object appealing Disliking : finding an object unappealing
Well-being/Attribution	Compound emotion	Gratitude : admiration + joy Anger : reproach + distress Gratification : pride + joy Remorse : shame + distress
Attraction/Attribution	Compound emotion extensions	Love : admiration + liking Hate : reproach + disliking

L'architecture de FLAME [El-Nasr et al. 2000]

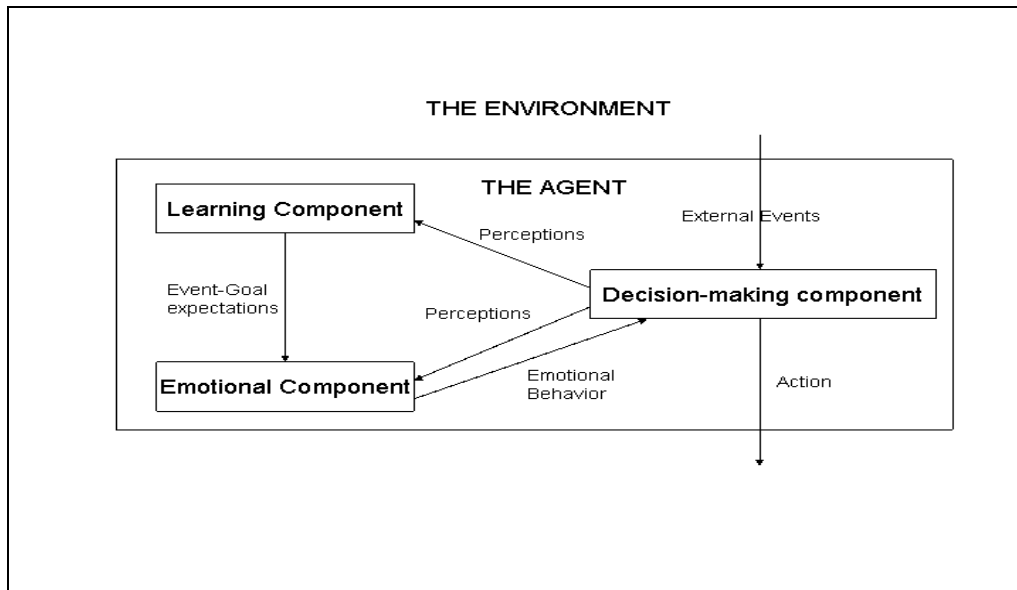


Figure 6 - L'architecture du modèle FLAME

Le processus du composant émotionnel de FLAME

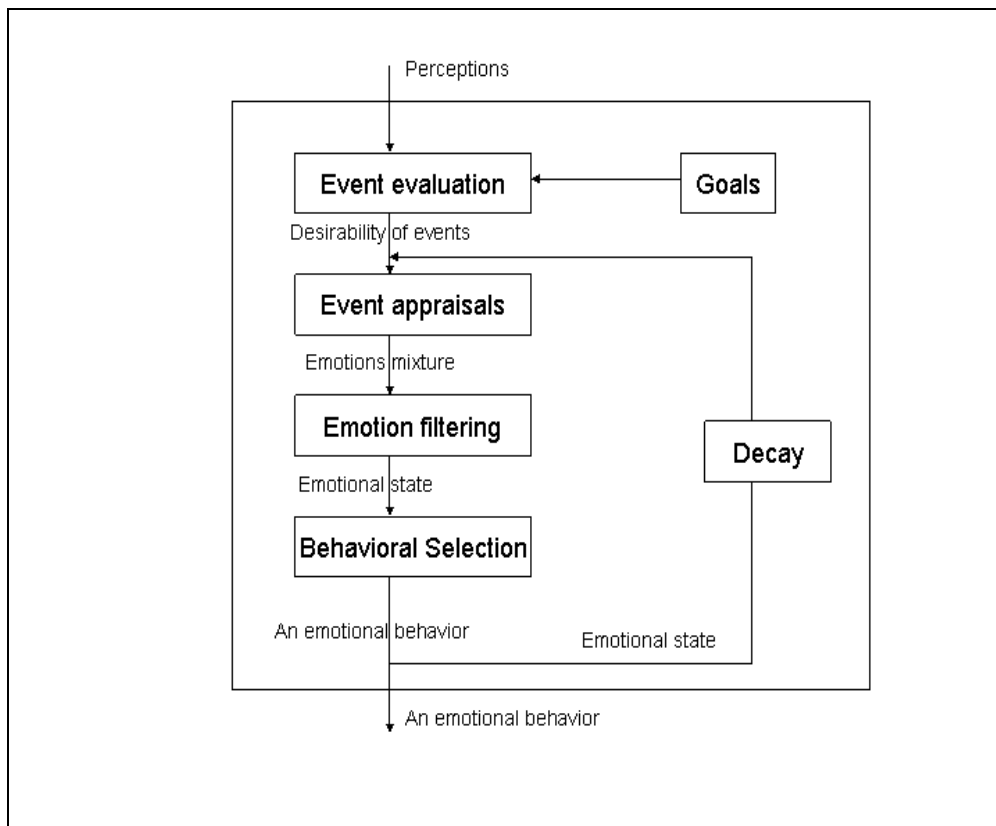


Figure 7 - Le composant émotionnel du modèle FLAME