



**MASTER HANDI**  
**Domaine : Sciences Technologie, Santé (STS)**  
**Mention : Ingénierie et Cognition**  
**Spécialité : Technologie et Handicap**  
**Rapport de stage M2**

**De l'influence de la personnalité d'un agent  
virtuel sur son comportement**

Florian Pecune

Directeur de stage : Mme Catherine PELACHAUD

Lieu du stage : Laboratoire LTCI – Telecom Paristech

**Coordonnateur :**

J. LOPEZ KRAHE

Paris, Septembre 2012





*"The question is not whether intelligent machines have any emotions,  
but whether machines can be intelligent without any emotions."*

Marvin Minsky, *The Society of Mind*, 1986

## Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier Catherine Pelachaud pour la confiance qu'elle m'a accordée, et pour avoir tout mis en œuvre afin de faciliter mon intégration au sein de son équipe. Merci également à Magalie Ochs pour son aide et ses précieux conseils qui m'ont permis de ne pas me noyer dans l'océan d'informations dans lequel j'étais plongé durant ces cinq derniers mois. Sans leur écoute, leur disponibilité, leurs connaissances et leurs idées, ce document n'aurait probablement jamais pu voir le jour.

Merci à Radoslaw Niewiadomski (en espérant ne pas écorcher son nom) pour m'avoir fait découvrir le domaine de l'informatique affective de la manière la plus pédagogique qui soit. Je n'oublie évidemment pas tous mes autres collègues, en particulier Pierre, Ken et Brian qui ont toujours su trouver le temps pour répondre à mes incessantes questions. Si tout se passe bien, ils devraient avoir à me supporter encore un moment...

Merci à Jaime Lopez Krahe et à tous les enseignants du Master Handi pour la qualité de leurs enseignements et la quantité de savoir dispensée. Merci également à tous les autres élèves de M1 et M2 que j'ai eu le plaisir de côtoyer sur les bancs de la fac dans la joie et la bonne humeur. Une mention spéciale à Ludivine, à qui je souhaite le meilleur pour la suite.

Merci évidemment à mes parents et à ma famille qui me soutiennent depuis le début (il leur en faut du courage) et m'ont appris à ne jamais baisser les bras.

Merci enfin à tous mes amis du sud (ou du Cantal, personne n'est parfait) qui partagent avec moi ce délicieux accent qui fleure bon le soleil et à qui je dédie ces quelques mots emplis de sagesse :

*"Ici, c'est Paris !"*

## Résumé

L'informatique affective est un domaine extrêmement vaste et en constante évolution. De nombreux chercheurs tentent en effet de modéliser des comportements typiquement humains en s'appuyant sur des travaux issus de la psychologie. Ces recherches ont ainsi engendré une multitude de modèles distincts, basés sur des phénomènes complexes tels que les émotions ou la personnalité dans le but d'améliorer les interactions homme-machine. Un tour d'horizon nous a permis de définir deux modèles dont les caractéristiques nous permettraient de mettre en avant l'impact de la personnalité d'un agent virtuel sur ses décisions. Nous étudierons donc les différentes étapes intermédiaires séparant un évènement de la réaction qu'il engendre en mettant en exergue, pour chacune de ces étapes, l'impact de la personnalité. Le rôle de l'humeur et des besoins de l'agent sera ainsi souligné et les résultats seront observés à travers divers scénarios mettant en scène un concessionnaire automobile (l'agent virtuel) et son client (l'utilisateur). Nous verrons donc que si la personnalité de l'agent a un effet direct sur les réponses qu'il donne, les actions de l'utilisateur peuvent également influencer l'humeur de ce dernier, modifiant par la même occasion son comportement.

**Mots clés :** agent virtuel, émotion, personnalité, humeur, interaction homme-machine, informatique affective.

## Abstract

Affective computing is an extremely vast and constantly evolving domain. Many researchers try to model typically human behaviors by leaning on works from psychologists. These studies have thus engendered a multitude of different models based on complex phenomena such as emotion or personality in order to improve human-machine interactions. An overview has allowed us to pick up two models whose characteristics let us highlight the impact of personality on virtual agent's decisions. We'll thus study the various intermediate steps between an event and the reaction engendered highlighting, for each steps, the impact of personality. The role played by mood and agent's needs will be observed through distinct scenarios depicting a car salesman (the virtual agent) and his client (the user). We'll see that even if the agent's personality has a direct effect on the answers he gives, user's actions may also influence the mood of the latter, and change his behavior too.

**Keywords :** virtual agents, emotion, personality, mood, human-machine interaction, affective computing.

## Table des matières

Introduction.....	2
-------------------	---

### **Première partie : Etat de l'art et théories : Des émotions à l'informatique affective**

I) Le concept d'émotion.....	5
I.1) Quelques notions de base.....	5
I.2) Les théories majeures sur les émotions.....	7
I.3) La représentation des émotions.....	10
I.4) Les types d'émotions.....	12
I.5) L'intelligence Emotionnelle.....	14
I.6) L'état émotionnel.....	15
II) La personnalité.....	17
II.1) Les différentes théories de la personnalité.....	17
II.2) Lien entre personnalité et émotion.....	18
III) L'informatique affective.....	20
III.1) L'approche orientée utilisateur.....	20
III.2) L'approche orientée agent.....	22
III.3) Les domaines d'application.....	23

### **Deuxième partie : Contribution : De l'influence de la personnalité sur le comportement d'un agent**

IV) Alma Vs FATiMA : Comparaison de deux modèles computationnels.....	26
IV.1) Alma.....	26
IV.2) FATiMA.....	30
IV.3) Synthèse des deux modèles.....	39
V) Personnification d'agent virtuel.....	41
V.1) Définition des attitudes.....	41
V.2) Impact sur l'humeur et sur les émotions.....	42
V.3) Impact sur les drives.....	44
VI) Scénario de test.....	46
VI.1) Contexte du scénario.....	46

VI.2) Résultats et Analyse .....	48
Conclusion .....	50
 <b><u>Annexes</u></b>	
Annexe A : Théorie James-Lange Vs Théorie Cannon-Bard .....	53
Annexe B : Liste des émotions basiques. (Ortony & Turner, 1990) .....	54
Annexe C : Lien entre évènement, émotion et tendance à l'action.....	55
Annexe D : Structure des émotions selon la théorie OCC.....	56
Annexe E : Roue de Plutchik.....	57
Annexe F : ALMA, compléments d'information .....	58
Annexe G : FAtiMA, compléments d'information .....	60
Annexe H : Scénario.....	66
 Bibliographie.....	 70

## Table des figures

Figure 1 : Spike, Poppy, Obadiah et Prudence, les quatre agents de SEMAINE.....	2
Figure 2 : Le Circumplex Model of Affect de Russell .....	11
Figure 3 : Durée de vie de deux émotions distinctes .....	16
Figure 4 : Approche orientée utilisateur .....	20
Figure 5 : Approche orientée agent .....	22
Figure 6 : Origines des différents modèles computationnels (Marsella, Gratch, & Petta, 2010) .....	23
Figure 7 : Représentation de l'axe PAD .....	26
Figure 8 : Impact des émotions sur l'humeur dans Alma .....	30
Figure 9 : Architecture simplifiée du cœur de FAtiMA.....	31
Figure 10 : Evaluation cognitive dans FAtiMA.....	33
Figure 11 : Théorie de l'équilibre de Heider.....	38
Figure 12 : Mappage valeurs des traits ALMA / valeurs utilisées.....	41
Figure 13 : Calcul de l'humeur de l'agent.....	42
Figure 14 : Mapping Big Five / drives (Lim et al.) .....	44
Figure 15 : Déroulement du scénario.....	47
Figure 16: Première phase de scénario .....	48
Figure 18 : Dernière phase du scénario.....	49
Figure 17 : Seconde phase du scénario .....	49



# Introduction

---

Ce document est le fruit de plusieurs mois de labeur et relate mon expérience au sein du laboratoire LTCI de l'école Telecom Paristech. Je vais donc tout d'abord vous présenter brièvement mon environnement de travail et les projets sur lesquels ses collaborateurs opèrent avant de parler un peu plus en détail de la mission pour laquelle j'ai été engagé. J'exposerai ensuite le plan que je suivrai tout au long de ce texte avant de passer directement dans le vif du sujet.

**Environnement de travail.** L'Institut Mines-Télécom est un établissement public d'enseignement supérieur et de recherche français. Ce dernier regroupe plusieurs écoles, dont Télécom Paristech, grande école d'ingénieur dans le domaine des technologies de l'information de la communication. Divisée sur deux sites, elle regroupe de multiples laboratoires, dont le LTCI (Laboratoire Traitement en Communication de l'Information) en collaboration avec le CNRS. C'est dans ce laboratoire, au sein d'une équipe du département TSI que j'ai évolué durant cinq mois.

Dirigée par Catherine Pelachaud, cette équipe travaille sur les interactions homme-machine, et plus particulièrement sur les aspects sociaux et émotionnels inhérents à ces interactions. Elle est ainsi à l'origine de l'agent virtuel GRETA (Pelachaud, 2009), capable de communiquer à la fois verbalement et non verbalement, mais également d'exprimer des émotions. Par ailleurs, GRETA était et est toujours utilisée dans de nombreux projets nationaux ou européens. Parmi ceux-ci, le projet SEMAINE avait pour but d'intégrer un agent virtuel capable d'interagir de manière cohérente lors d'un dialogue avec un utilisateur.

L'une des caractéristiques de ce projet était de pouvoir choisir entre quatre agents à l'apparence et à la personnalité différente (Bevacqua, de Sevin, Pelachaud, McRorie, & Sneddon, 2010), présents sur la figure 1. La personnalité définit ici les caractéristiques ayant trait à la gestuelle et aux expressions faciales. Ainsi, l'expérience partagée avec Obadiah, calme et plutôt triste sera différente de celle avec Spike, beaucoup plus agressif. Dans le second cas, l'agent arborera en effet une expression plus renfrognée, et donnera l'impression de moins écouter son interlocuteur.



Figure 1 : Spike, Poppy, Obadiah et Prudence, les quatre agents de SEMAINE

**Problématique.** S'il est possible d'exprimer des émotions avec GRETA, elle ne présente cependant aucun modèle computationnel d'émotion rendant son comportement "intelligent". Mon stage s'est donc déroulé dans le cadre d'un projet en collaboration avec la société Dialonics, éditrice de solutions de traitement de dialogue automatique. Le but de ce projet était de développer un module permettant de calculer en temps réel l'état émotionnel d'un agent virtuel durant un dialogue avec l'utilisateur. Mon travail comportait trois étapes :

La premier objectif était avant tout d'appréhender et de maîtriser trois outils : L'agent virtuel GRETA et les deux modèles computationnels d'émotion FATiMA et ALMA. Après avoir identifié les fonctionnalités et les atouts de ces deux modèles, il me faudrait implémenter leur couplage en utilisant les fonctionnalités les plus appropriées de chacun d'entre eux. Mon second objectif, quant à lui, serait d'évaluer concrètement ces outils en me basant sur un scénario de dialogue prédéfini. Le but étant de vérifier la cohérence des émotions générées par les modèles d'émotions étant donné le scénario fourni. La troisième et dernière étape concernait elle la création d'agents aux personnalités diverses et l'étude de l'influence de la personnalité sur le déroulement du scénario. Au même titre que SEMAINE, l'utilisateur devait pouvoir ressentir la différence entre un agent colérique et un autre exubérant par exemple.

**Plan du document.** Ce document s'articule autour de deux parties distinctes. La première partie est un état de l'art des différentes théories en rapport avec les émotions et l'informatique affective. Le premier chapitre est donc consacré à l'étude du concept d'émotion. Après avoir vu quelques notions de base en introduction, nous rentrerons dans le vif du sujet avec une présentation des théories majeures issues de la littérature. Nous passerons ainsi en revue les différentes approches et définitions, en soulignant les différences qui peuvent exister. Nous parlerons ensuite des méthodes utilisées pour représenter les émotions avant de faire la distinction entre les différents types. Nous nous attarderons également sur le concept d'intelligence émotionnelle, pour terminer sur les processus liés au calcul de l'état émotionnel.

Le deuxième chapitre décrit le phénomène de personnalité. Dans un premier temps seront présentées les diverses théories avec leurs atouts et leurs inconvénients. Nous étudierons ensuite le lien entre la personnalité et les émotions, pour finir sur le rôle joué par la personnalité dans les prises de décision. Enfin, le troisième chapitre permettra de découvrir les différents modèles computationnels à avoir vu le jour. Nous terminerons enfin cette première partie par un tour d'horizon des domaines d'applications concernés par l'informatique affective.

La seconde partie de ce document sera quant à elle consacrée à ma contribution. Dans le chapitre IV, nous étudierons deux modèles computationnels spécifiques, FATiMA et ALMA. A partir de cette étude, nous verrons comment personnifier notre agent et la méthode employée pour modéliser l'influence de la personnalité sur les besoins et les émotions de l'agent. Pour clôturer ce mémoire, les scénarios utilisés pour tester notre modèle seront présentés, ainsi qu'une analyse des résultats obtenus.

# **Première Partie**

Etat de l'art et Théories :  
Des émotions à  
l'informatique affective

# I) Le concept d'émotion

---

Si le concept d'émotion est un concept connu de tous, il reste cependant extrêmement difficile à définir de manière précise. Si Catherine Belzung dresse une liste des différentes définitions avancées au cours du XXe siècle (Belzung, 2007), le dictionnaire Larousse, de son côté, tente de caractériser l'émotion par une "*Trouble subit, agitation passagère causés par un sentiment vif de peur, de surprise, de joie, etc.*" (Larousse en couleurs, 1991). Il est cependant évident que cela ne suffit pas à définir une notion aussi complexe que celle d'émotion et que de nombreuses interrogations restent malgré tout en suspens. Un tel concept est-il indépendant de celui de culture ? Comment reconnaître une émotion ? Quelles sont ses caractéristiques et à partir de quoi sont-elles calculées ? Ce chapitre se propose donc de répondre à ces différentes questions en s'organisant de la manière suivante :

Dans un premier temps, nous introduirons la notion d'émotion à travers les différentes formes qu'elle peut revêtir. Cela nous permettra également de comprendre un peu mieux ce que le concept d'informatique affective peut apporter au domaine de l'intelligence artificielle. Nous nous intéresserons dans un second temps aux théories majeures en vigueur sur le domaine en mettant en avant leurs origines et leurs divergences de point de vue. Nous étudierons ensuite la façon dont les émotions sont représentées dans la littérature, avant de parler des différents types permettant de les distinguer. Puis, nous nous attarderons sur le concept d'intelligence émotionnelle, avant de terminer sur une étude des mécanismes mis en œuvre dans le calcul de l'état émotionnel.

## I.1) Quelques notions de base

Les émotions font depuis la nuit des temps l'objet d'études approfondies de la part des scientifiques et autres philosophes. D'Aristote et son "*Ethique à Nicomaque*" à Spinoza, nombreux sont en effet ceux qui se sont intéressés à ce phénomène complexe. Kant, par exemple, reprend l'hypothèse de Platon selon laquelle les émotions entraînent une perte de contrôle de soi-même. Dans l'article 72 de son ouvrage sur "*l'anthropologie d'un point de vue pragmatique*", il oppose donc les émotions, qu'il considère comme une "*maladie de l'âme*", à la raison (Kant, 1863). Nous verrons également par la suite le rôle joué par Descartes dans la définition et l'origine de ces mêmes émotions.

Si la plupart des philosophes, jusqu'à l'époque moderne tout du moins, ont éprouvé des difficultés à définir précisément le concept d'émotion, les études montrent qu'il en est de même aujourd'hui. Kleinginna & Kleinginna ne comptent pas moins de 92 définitions différentes, qui peuvent être regroupées en 11 catégories (Kleinginna & Kleinginna, 1981). Nous pouvons cependant nous appuyer sur l'exemple donné par Scherer afin de mieux cerner les différentes formes que peuvent revêtir les émotions (Scherer K. , 2000) : un homme marche dans une forêt au bras de sa fiancée quand soudain, il remarque un individu sortir des buissons, un couteau ensanglanté dans la main. Si l'on

peut aisément deviner que cet homme va ressentir une émotion de peur, voyons voir comment celle-ci peut se manifester.

**L'émotion sous toutes ses formes.** D'un point de vue cognitif, la peur va biaiser la prise de décision de la victime, et le pousser à réagir en conséquence. Celui-ci envisagera probablement de fuir dans un premier temps, mais il peut tout aussi bien se raviser s'il se rend compte que son "agresseur" potentiel vient en fait simplement de sculpter un bâton à son fils, se taillant la main par la même occasion.

Mais l'émotion peut également être considérée comme un phénomène physiologique, la vue du couteau ensanglantée entraînant une augmentation du rythme cardiaque, un changement dans le ton de la voix, et une expression faciale bien particulière (sourcils relevés et bouche grande ouverte dans le cas de la peur). Une étude montre par exemple que la colère entraîne un afflux de sang partant des organes internes vers les bras et les mains (Keltner & Haidt, 1999)

Il est par ailleurs possible de considérer l'émotion sous l'angle social, en tant que signal influençant le comportement des autres. Ainsi, en montrant sa peur, l'homme va indiquer à sa fiancée la présence d'un danger potentiel, ce qui a de grandes chances d'induire une émotion identique chez cette dernière ; on parle ici de contagion émotionnelle (Pereira, Dimas, Prada, Santos, & Paiva, 2011). Cela dit, s'il pense pouvoir se débarrasser de son "agresseur" et prend une attitude colérique en avançant de manière déterminée vers lui, il est possible que l'homme au couteau connaisse la peur à son tour.

Outre ces considérations, l'un des derniers points à prendre en compte est la différence entre les émotions et les sentiments. Il existe en effet une nuance entre la peur suscitée par l'apparition de l'homme au couteau et la peur du vide, par exemple. Si dans le premier cas la peur est éphémère et est amenée à s'estomper, le second cas relate une peur plus générale, qui peut parfois subsister durant toute une vie. C'est, selon Frijda, ce qui différencie l'émotion d'un sentiment (Frijda, 2008) : "*Emotions have a limited duration; sentiments may persist over a lifetime.*"<sup>1</sup>.

**L'informatique affective : De Turing à l'Uncanny valley.** L'étude des émotions chez l'être humain, parallèlement au développement de l'informatique et de l'intelligence artificielle, a engendré une nouvelle problématique : les machines peuvent-elles penser ? C'est à cette question que le mathématicien A. Turing s'est proposé de répondre, en réalisant l'expérience aujourd'hui connue sous le nom de "*test de Turing*" (Turing, 1950). Pour ce test, un individu A dialogue par écrit avec un interlocuteur B, situé dans une autre salle. Le but pour l'individu A est ainsi de déterminer si son interlocuteur est humain ou s'il s'agit d'une machine. Outre les capacités d'analyse et la rapidité de calcul, l'un des éléments permettant de déterminer la nature de l'interlocuteur vient de sa propension à comprendre et à faire passer des émotions.

Il faudra attendre 1995 pour que R. Picard, s'appuyant sur les travaux de Turing, pose les bases et définisse le concept d'informatique émotionnelle (Picard, 1995). Ce terme regroupe donc tout type d'informatique qui est lié, qui émerge ou qui influence les émotions. Il faudra non seulement des ordinateurs capables d'exprimer des émotions (que ce soit via la synthèse vocale, l'utilisation d'un agent virtuel, ou simplement de manière textuelle) mais surtout des les reconnaître et d'ajuster leur

---

<sup>1</sup> Les émotions ont une durée limitée ; les sentiments peuvent durer toute une vie.

comportement en fonction. Picard démontre l'intérêt d'un tel concept au travers l'exemple d'un agent virtuel permettant d'apprendre le piano, jugeant l'apprentissage beaucoup plus efficace dans le cas d'un agent adaptant son rythme et ses remarques en fonction des émotions mais également de l'humeur de son élève.

Les travaux menés par C.Nass peuvent également être considérés comme fondateurs puisqu'ils expriment la similitude de la relation entre deux humains avec celle entre un humain et une machine (Reeves & Nass, 1996) (Nass, Steuer, & Tauber, 1994). J.Bates, quant à lui, démontre le rôle des émotions dans la crédibilité accordée aux agents virtuels en s'appuyant sur les témoignages des *characters designers* de Disney (Bates, 1994). Durant ces dernières années, les différents travaux ont donc porté sur la création et l'intégration de modèles computationnels d'émotions afin d'améliorer la crédibilité des différentes interfaces homme-machine. Mais cette course au réalisme n'est pas dénuée de risques.

Il existe en effet un phénomène qui implique chez l'utilisateur l'effet inverse de celui recherché, en termes de crédibilité : il s'agit de *l'Uncanny Valley*. Ce phénomène décrit l'aversion constatée des utilisateurs face à des agents virtuels ou des robots censés représenter fidèlement des humains, mais dont certains détails trahissent leur nature (MacDorman, 2006). Plus la réplique se veut réaliste, plus les erreurs sautent aux yeux, et moins on lui accorde de crédibilité. Le problème est le même lorsqu'un agent virtuel exprime des émotions non congruentes avec la situation (Ochs, 2007) (Ortony, 2003): s'il sourit lorsque l'utilisateur l'insulte ou le réprimande par exemple, ce dernier risque d'être décontenancé. Ces différents aspects ne doivent donc pas être négligés, et conditionnent fortement les avancées dans le domaine de l'informatique affective.

## 1.2) Les théories majeures sur les émotions

**Les précurseurs.** Les premiers travaux scientifiques sur le domaine des émotions remontent à la fin du XIXe siècle. C'est en effet en 1884 que la théorie avancée par le psychologue William James voit le jour (James, 1884). Celui-ci va alors à contre-courant de la pensée commune en démontrant que ce sont les changements physiologiques d'un individu qui déclenchent ses émotions, et non l'inverse. Selon lui, ce n'est pas parce qu'on est triste que l'on pleure, mais parce qu'on pleure que l'on est triste. Dans le même temps, Carl Lange étaye ces propos en publiant une théorie très proche de celle de James : on parle aujourd'hui de théorie de James-Lange.

Il faudra tout de même attendre une quarantaine d'année avant que cette théorie ne soit remise en cause par les physiologistes Cannon et Bard. Les expériences menées par ces derniers prouvent que des manifestations physiologiques identiques peuvent conduire à des émotions différentes, et que ces manifestations ne peuvent donc être seules à déterminer les émotions déclenchées. L'annexe A illustre les différences entre ces deux théories.

Les expériences menées par Schachter et Singer (Schachter & Singer, 1962) sont quant à elles les premières à avoir mis en lumière le rôle de l'aspect cognitif dans le déclenchement des émotions. Un individu n'ayant aucune information concernant les changements physiologiques subis par son corps ira ainsi chercher des indices dans son environnement et dans le contexte situationnel. C'est donc ce

processus cognitif qui permettra à la personne de mettre un nom et d'attribuer une émotion à ses changements physiologiques.

**Darwin et les émotions basiques.** Une autre approche consiste à déterminer un nombre fini d'émotions induisant des réactions physiologiques particulières. Cette théorie vient étayer les propos de Darwin, selon lequel les émotions jouent un rôle avant tout communicatif, afin de préserver la survie de l'espèce (Darwin, 1872). Ekman, par exemple, définit six émotions de base (colère, peur, surprise, dégoût, joie, tristesse) correspondant à des expressions faciales bien distinctes (Ekman, 1970) et universelles, bien qu'il existe certaines particularités (Ekman, 1998). Ainsi, la colère se caractérise par une moue et un froncement de sourcils, là où la joie se reconnaîtra par un sourire. Ce dernier énonce par ailleurs neuf règles permettant de distinguer une émotion dite basique (Ekman, 1992).

Tomkins, de son côté, différencie 9 affects innés, eux aussi issus du même héritage biologique, et ayant évolué à travers le temps (Tomkins, 2008). Izard défend également la théorie des émotions basiques (Izard, 1992) (Izard, 1994), et répond par la même occasion aux diverses critiques adressées à ce sujet (Ortony & Turner, 1990) (Russell, 1994), notamment concernant l'universalité de ces mêmes émotions.

Il est également intéressant de s'attarder sur les travaux du philosophe René Descartes, et particulièrement son traité sur *"les passions de l'âme"* (Descartes, 1649). Dans l'article 69 de cet ouvrage, ce dernier nous parle des passions primitives et nous explique *"qu'il n'y en a que six qui soient telles qu'elles, à savoir l'admiration, l'amour, la haine, le désir, la joie et la tristesse ; et que toutes les autres sont composées de quelques-unes de ces six, ou bien en sont des espèces."* Si les passions chères à Descartes diffèrent quelque peu des émotions que nous connaissons aujourd'hui, celui-ci essaie avant tout de donner une explication anatomique et rationnelle à ces manifestations, et parle donc de mouvements de sang venant exciter une zone précise du cerveau.

**L'approche biologique.** Bien entendu, la science a fait du chemin depuis les idées de Descartes, et on trouve aujourd'hui des théories bien plus avancées, s'appuyant sur les travaux des précurseurs vus auparavant. A la fin des années 30, l'anatomiste J. Papez présente ainsi un circuit reliant l'hypothalamus au cortex cérébral, constituant selon lui le siège des émotions. Il explique d'ailleurs dans un article paru en 1937 le rôle accordé à chacune des zones du cerveau dans le processus de perception et d'expression des émotions (Papez, 1937). Mais selon F. Lotstra, le désormais célèbre accident de Phinéas Gage apparu en 1848 peut être considéré comme le premier mettant en lumière les relations entre des lésions cérébrales et une modification de comportement (Lotstra, 2002).

Il faudra cependant attendre plus d'un siècle avant que le professeur Damasio n'approfondisse les études menées à ce sujet. Dans son ouvrage intitulé *"L'erreur de Descartes"*, ce dernier reprend en effet le cas de Gage pour démontrer le rôle joué par les émotions dans la prise de décision d'un individu (Damasio, 1995). Cette hypothèse est par ailleurs partagée par A. Bechara, au travers d'une expérience confrontant des personnes cérébro-lésées avec le test dit de *"l'Iowa Gambling Task"* (Bechara, 2004). Les résultats montrent que les choix d'un individu sont motivés par des réactions

émotionnelles venant anticiper les conséquences de nos actions à venir. Les sujets sains vont ainsi présenter les symptômes physiologiques de l'anxiété lorsqu'ils s'apprêtent à faire de mauvais choix, contrairement aux sujets atteints de lésions. Ces résultats vont donc à l'encontre de la vision kantienne présentant les émotions comme étant néfastes au raisonnement.

Le scientifique J. LeDoux s'est quant à lui penché sur le rôle de l'amygdale dans le processus de peur conditionnée, grâce notamment à ses études sur les rats (LeDoux, 2003) Ces travaux montrent en effet que la peur peut être "apprise", en s'appuyant sur une expérience proche de celle de Pavlov. Il s'est également attardé sur le circuit de la peur, qu'il divise en deux voies distinctes (LeDoux, 1994). Une voie courte, rapide, qui permet ainsi une réaction immédiate face au stimulus déclencheur (un homme aperçoit un serpent sur le bord d'une route ce qui a pour effet d'augmenter son rythme cardiaque). Une voie plus longue et plus lente, passant par le cortex cérébral, qui permet de conforter ou non la première réaction et de s'adapter en conséquence (la peur de l'homme s'arrête lorsqu'il se rend compte que ce qu'il prenait pour un serpent est en fait un simple bâton).

**Frijda et les tendances à l'action.** En marge de ces différentes approches, on trouve la théorie des tendances à l'action, défendue par Frijda (Frijda, 2007). Selon lui, chaque émotion est caractérisée par une action particulière qui lui est associée (e.g. fuir quand on a peur ou frapper quand on est en colère). Des exemples de liens entre évènements, émotions et tendances à l'action sont présentés dans l'annexe C. Dans son article paru en 1988, il dresse par ailleurs une liste de douze lois permettant de mieux comprendre le fonctionnement des émotions (Frijda, 1988). Frijda explique entre autres que les émotions surviennent en réponse à des situations interférant avec les intérêts de l'individu : on fuit devant un animal menaçant parce que notre intégrité physique est menacée. En outre, il démontre dans sa première loi que les "*emotions arise in response to the meaning structures of given situations; different emotions arise in response to different meaning structures*". Plus que les évènements en eux-mêmes, c'est donc l'évaluation de ces évènements par l'individu qui va déclencher les émotions.

**La théorie de l'évaluation cognitive.** En effet, la théorie la plus répandue dans le domaine des émotions est aujourd'hui celle de l'évaluation cognitive. Si les chercheurs accordent volontiers la paternité de cette théorie à la psychologue M. Arnold (Reisenzein, 2006), c'est pourtant l'un de ses confrères, R. Lazarus, qui la rendra populaire (Smith & Lazarus, 1990). Ce dernier sépare le processus émotionnel en deux phases distinctes. La première étape concerne l'évaluation de l'évènement et de son impact sur les croyances, les buts, ou les besoins de l'individu : l'évènement constitue-t-il une menace pour moi, ou au contraire me permet-il de réaliser un but ? La seconde étape permet d'évaluer les ressources et options disponibles pour réagir à cet évènement. Que puis-je faire pour faire face à cette situation et quelle est la meilleure réponse possible compte tenu de l'environnement dans lequel je me trouve ?

Le psychologue K. Scherer est également l'une des figures marquantes dans le domaine grâce à ses multiples travaux sur les émotions. Ce dernier estime que le processus émotionnel implique cinq sous-processus différents, mettant en œuvre des systèmes organiques et des composants distincts (Scherer, 2001). Parmi ceux-ci, il s'intéresse plus particulièrement au composant cognitif, chargé

d'évaluer les évènements et l'environnement. Il définit donc quatre critères d'évaluation, les *stimulus evaluation checks* (SEC) qui permettent d'évaluer (1) la pertinence, afin de savoir combien l'évènement va m'affecter moi ou mon groupe, (2) les implications que cet évènement aura sur mes buts et mes besoins, (3) le potentiel de réaction face à la situation et (4) les significations normatives concernant mes standards et mes valeurs sociales. Pour un même évènement, on pourra donc avoir plusieurs émotions possibles et donc plusieurs émotions en sortie.

Enfin, l'une des théories les plus répandues dans le domaine de l'informatique affective est celle fondée par Ortony, Clore et Collins, appelée théorie OCC (Ortony, Clore, & Collins, 1988). Ces derniers définissent 22 émotions réunies en 6 groupes distincts en fonction de leurs conditions de déclenchement, comme le montre le schéma en annexe D. Ces conditions sont (1) les évènements impactant les buts de l'individu, (2) les évènements affectant les standards et les normes de l'individu et (3) les évènements liés à l'attrait d'un objet particulier.

Outre le fait que cette théorie soit facilement compréhensible et implémentable informatiquement, l'une des autres raisons pour laquelle elle est largement répandue est la valence de ses émotions. En effet, chaque émotion est ici considérée comme agréable ou non agréable ce qui permet par exemple d'éviter des ambiguïtés telles que la surprise, qui peut être bonne ou mauvaise, voire même neutre (Adam, Herzig, & Longin, 2009). C.Bartneck explique par ailleurs dans son article comment cette théorie peut être intégrée dans des agents virtuels (Bartneck, 2002).

### I.3) La représentation des émotions

Maintenant que nous en savons un peu plus sur les différentes théories concernant les émotions, voyons voir comment ces dernières sont représentées. On retrouve, dans la littérature, deux approches prédominantes : la première tend vers une représentation discrète des émotions, là où la seconde se veut multidimensionnelle.

**L'approche discrète.** L'approche discrète défend comme son nom l'indique l'idée qu'il existe un nombre fini d'émotions, ce nombre variant en fonction des auteurs. Chaque émotion est donc labellisée, et correspond à des caractéristiques uniques qui leurs sont propres. Pour Ekman, comme nous l'avons vu précédemment, il existe 6 émotions caractérisées par leurs expressions faciales. Frijda, lui, définit 12 tendances à l'action tandis que le modèle OCC comprend 22 émotions différenciables selon l'évaluation de leur évènement déclencheur.

Parmi les personnes défendant l'approche discrète, Plutchik compare les émotions à des couleurs (Plutchik, 2001). Il définit ainsi huit émotions primaires (extase, vigilance, rage, aversion, chagrin, étonnement, terreur, adoration) qu'il dispose sur une "roue", séparant les émotions opposées l'une en face de l'autre. De la même manière que pour les couleurs, deux émotions primaires peuvent se "mélanger" pour en donner une troisième ; l'amour est ainsi considéré comme un mélange d'extase et d'adoration. Pour terminer avec l'analogie, Plutchik considère également l'intensité de ces émotions ; la peur puis l'appréhension représentent ainsi la terreur à des degrés moindres d'intensité. Le schéma en annexe E permet de visualiser ces différentes notions.

**L'approche multidimensionnelle.** Par opposition à l'approche discrète, il existe une approche continue pour laquelle les émotions sont représentées sur un axe multidimensionnel. La première et principale dimension permettant de distinguer des émotions est liée au plaisir ou à la douleur éprouvée (Scherer, 2000) : il s'agit de l'axe de valence qui nous permet par exemple de distinguer une émotion agréable (e.g. la joie) d'une autre qui ne l'est pas (e.g. la tristesse). Il semble cependant difficile de différencier des émotions telles que la peur, la colère ou l'ennui en se basant sur cette unique dimension. Une représentation plus précise nécessite donc l'ajout d'un ou plusieurs axes à celui de valence.

Afin de répondre à ce besoin, le psychologue James Russell préconise un modèle basé sur deux axes, le "*Circumplex Model of Affect*" (Russell, 1980) (Russell, 2003). Ce dernier rajoute en effet la dimension d'excitation à celle de valence, et place huit catégories d'émotions circulairement autour de ces deux axes, comme le montre la figure 2. Il démontre par ailleurs la légitimité de cette approche au travers d'une étude multiculturelle où l'on retrouve cette représentation circulaire et cette notion d'excitation (Russell, Lewicka, & Niit, 1989). Cette version sera reprise par Reisenzein (Reisenzein, 1994), mais reste cependant critiquée, notamment dans l'étude menée par Gehm et Scherer qui réfutent non seulement l'hypothèse circulaire, mais remplacent en sus l'axe d'excitation par celui de dominance (Gehm & Scherer, 1988).

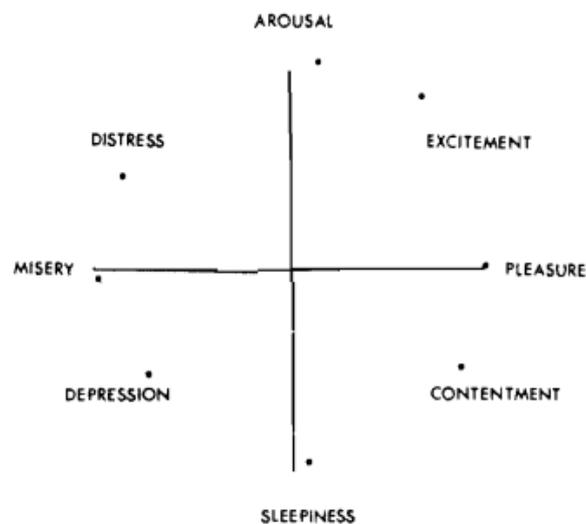


Figure 2 : Le Circumplex Model of Affect de Russell

On retrouve néanmoins de nombreuses études qui font état d'un modèle à trois dimensions. C'est le cas de Wundt (Blumenthal, 1975) qui fut le premier à définir l'expérience émotionnelle selon les trois axes que sont : (1) la valence (*pleasant Vs unpleasant*), (2) l'excitation (*high arousal Vs low arousal*) et (3) l'attention (*concentrated attention Vs relaxed attention*). Schlosberg reprendra cette hypothèse quelques années plus tard, en proposant à son tour trois axes quasi similaires (Schlosberg, 1954). La dominance chère à Gehm et Scherer est quant à elle reprise par le psychologue A. Mehrabian, qui l'ajoute cette fois-ci à l'excitation pour donner l'axe PAD : *Pleasure, Arousal, Dominance* (Mehrabian, 1996). Une récente étude confirme par ailleurs l'universalité de ces trois axes, tout en rajoutant une quatrième et dernière dimension d'imprévisibilité (Fontaine, Scherer, Roesch, & Ellsworth, 2007).

**Quelle approche pour quels besoins ?** Maintenant que nous avons vu les différentes manières dont les émotions peuvent être représentées dans la littérature, il reste à savoir quelles sont les situations auxquelles elles s'adaptent. Dans la majorité des cas l'approche multidimensionnelle est utilisée pour l'annotation d'émotions lors de tests ou d'expériences (Schröder, 2003). Les personnes doivent ainsi représenter les émotions en question dans l'espace défini par les différents axes, ce qui permet par la suite de les comparer aisément pour ressortir des similitudes interculturelles par exemple.

L'approche continue n'est cependant pas exempte de défaut, les noms donnés aux axes provenant en effet d'interprétations de recueils de données. Ceci explique la multitude de dénominations existantes et le débat quant au nombre de dimensions nécessaires. Le second défaut est inhérent à la nature de l'approche elle-même. Si l'utilisation d'un espace multidimensionnel permet de simplifier les annotations, elle élude cependant des aspects indispensables à la compréhension des émotions, tel que leur cause de déclenchement.

En informatique affective, il arrive que cette approche soit malgré tout combinée à une représentation discrète des émotions. Ainsi, chaque point de l'espace est mappé à un label émotionnel particulier, pour faciliter l'intégration dans un modèle computationnel tout en s'appuyant sur une théorie déjà éprouvée comme celle d'Ekman ou OCC par exemple. C'est le cas du robot Kismet (Breazeal, 2003) mais nous verrons en détail par la suite comment Alma (Gebhard P. , 2005) se base sur cette combinaison pour obtenir une dynamique précise des émotions.

## I.4) Les types d'émotions

Nous venons de voir que la principale notion permettant de distinguer deux émotions entre elles est celle de valence qui permet de distinguer une émotion positive d'une autre négative. Outre l'excitation et la dominance, on retrouve dans la littérature d'autres distinctions plus spécifiques qui n'ont pas toujours trouvé écho dans le domaine de l'informatique affective.

**Emotion Primaire Vs. Emotion secondaire.** L'une des distinctions les plus étudiées et à la base de multiples théories est celle qui existe entre les émotions primaires et les émotions secondaires. Nous avons vu dans la partie I.2 de ce document que les émotions primaires étaient considérées comme innées et universelles, ce qui explique par exemple que les nouveaux nés soient capables d'en exprimer. On retrouve cependant des définitions différentes en fonction des auteurs. Pour Descartes (Descartes, 1649) comme pour Plutchik (Plutchik, 2001), les émotions secondaires correspondent à des combinaisons d'émotions primaires. On retrouve une idée similaire dans OCC, où quatre émotions sont définies comme étant la combinaison de deux autres. Le remord naît ainsi de l'union de la détresse et de la honte. Oatley et Johnson-Laird, de leur côté, définissent chaque émotion secondaire comme une émotion primaire modulée par un processus cognitif avancé (de Bonis, 1996) (Reisenzein, 1995).

Pour Damasio, les émotions primaires peuvent être considérées comme des émotions réflexes permettant de réagir instantanément face à des événements. Elles diffèrent donc des émotions secondaires qui nécessitent quant à elle un traitement cognitif avant d'être déclenchées et sont apprises par expérience. Si l'on reprend l'exemple de Scherer et de l'homme au couteau, la peur peut

ainsi être considérée comme primaire, confortant ainsi l'hypothèse de Darwin concernant le rôle des émotions dans la survie des espèces. L'émotion de soulagement déclenchée suite à la découverte de l'inoffensivité de l'agresseur potentiel est elle assimilée à une émotion secondaire.

**Emotion propre Vs. Emotion dirigée vers autrui.** Les chercheurs s'accordent à dire que toutes les émotions se rapportent à un objet, un individu ou un événement. On est heureux de voir le soleil se lever ou en colère contre une voiture qui tombe en panne par exemple. On peut néanmoins distinguer les émotions ayant trait à sa propre personne, et celles dirigées vers autrui. Dans OCC, la première catégorie regroupe des émotions telles que la fierté ou la honte, qui sont déclenchées à partir d'actions de la personne elle-même. On retrouve également le soulagement ou le désappointement, liés eux à la réalisation ou non d'un but.

S'il est possible d'être fier de soi, OCC ne prévoit pas la possibilité d'être fier de quelqu'un d'autre. A l'inverse, la pitié n'existe que s'il y a quelqu'un envers qui compatir. On observe donc une réelle séparation entre ces deux catégories d'émotions. Dans son modèle computationnel, Lisetti caractérise une émotion par plusieurs paramètres, dont celui de direction, qui indique la personne à la source de l'émotion (Lisetti, 2002).

Un cas particulier d'émotion dirigée vers autrui est l'empathie (de Vignemont & Singer, 2006). E.Pacherie définit en effet l'empathie comme "*la capacité que nous avons de nous mettre à la place d'autrui afin de comprendre ce qu'il éprouve*" (Pacherie, 2004). Comme l'explique M.Ochs, "*l'empathie correspond alors à des émotions orientées vers un autre individu et congruentes avec les émotions de cet individu*" (Ochs, 2007). L'empathie nécessite avant tout de comprendre les émotions d'un autre individu, et de réagir en conséquence. On peut par exemple être triste d'avoir perdu une course, mais content de voir son ami la gagner. Dans le second cas, il s'agit d'une émotion d'empathie, qui pourrait correspondre à l'émotion "*happy-for*" définie dans le modèle OCC.

**Emotion ressentie Vs. Emotion exprimée.** Si l'on exprime la plupart du temps les émotions que l'on ressent de manière totalement spontanée, il peut arriver que ce ne soit pas le cas. On remarque alors une différence entre l'émotion ressentie et l'émotion exprimée, qui viendra masquer cette dernière. Ekman prend l'exemple du concours de beauté pour souligner l'importance des normes socioculturelles dans le processus émotionnel (Ekman, 1997). En effet, lors de l'annonce de la gagnante, toutes les dauphines se doivent de masquer leur déception en montrant des signes extérieurs de joie, assimilables à de l'empathie simulée. Dans le milieu du travail, et particulièrement dans les métiers en contact avec le public, on trouve certaines règles incitant les employés à adopter une attitude positive (Grandey, 2000) ; Ce phénomène est appelé "*Emotional Labor*".

Il existe également une composante stratégique qui pousse les gens à cacher leurs émotions. C'est le cas lorsque l'on veut cacher quelque chose à quelqu'un par exemple. Une étude menée au sujet de la détection de mensonges démontre entre autres la complexité des processus mis en œuvre pour cacher la vérité, ce qui explique le nombre de pauses pouvant parfois être prises par l'interlocuteur dans une dialogue (Anolli & Ciceri, 1997). Scherer explique par ailleurs que plus l'émotion ressentie est d'une intensité élevée, plus il sera dur de la dissimuler (Scherer, 2000).

## I.5) L'intelligence Emotionnelle

Le paragraphe précédent nous montre qu'il est possible de manipuler ses propres émotions, eu égard à des normes socioculturelles, mais également pour arriver à ses propres fins. Ce phénomène peut être assimilé à de l'intelligence émotionnelle.

De nombreux travaux de recherche (Goleman, 2000) (Bar-On, 2006) (Petrides, 2011) s'accordent à dire que le concept d'Intelligence Emotionnelle prend racine dans les recherches de E.L. Thorndyke sur l'Intelligence Sociale, qu'il définit comme la capacité à comprendre et à gérer les individus, tout en ayant un comportement social réfléchi. Il faudra cependant attendre 1990 (Salovey & Mayer, 1990) pour que la notion d'Intelligence Emotionnelle telle que nous la connaissons aujourd'hui voie le jour. Voyons donc ce qui se cache derrière ce concept finalement assez flou, et en quoi il pourrait être utile dans le cadre d'Agents Conversationnels.

**Les trois principales théories.** Depuis 1990 donc, l'Intelligence Emotionnelle repose sur trois principales théories. Salovey, Mayer et Caruso, considérés comme étant les pionniers dans le domaine, parlent de "*capacity to reason about emotions and of emotions to enhance thinking*"<sup>2</sup> (Mayer, Salovey, & Caruso, 2004). Leur test (Mayer, Salovey, Caruso, & Sitarenios, 2003) appelé MSCEIT v2.0 permet de mesurer le score d'Intelligence Emotionnelle d'un individu en se basant sur un modèle à 4 branches (Mayer, Salovey, & Caruso, 2004) (Mayer, Salovey, & Caruso, 2000) : (1) Percevoir les émotions, (2) intégrer les émotions, (3) comprendre les émotions et (4) gérer les émotions.

Goleman, quant à lui, est celui qui a popularisé le concept, en l'adaptant notamment au monde de l'entreprise. Selon lui, l'Intelligence Emotionnelle permettrait de mesurer l'efficacité d'un individu au travail, en terme de leadership, selon les 4 axes que sont (1) la conscience de soi, (2) la gestion de soi, (3) la conscience sociale et (4) la gestion des relations (Goleman, 2000).

La troisième et dernière théorie est l'œuvre de R. Bar-On (Bar-On, 2006). Ici, le quotient émotionnel est calculé à travers une série de question visant à s'auto-évaluer (Bar-On, 2003). Les résultats permettent alors de définir un modèle à cinq dimensions : (1) conscience de soi, (2) conscience des autres, (3) gestion des émotions, (4) adaptabilité et (5) disposition à être de bonne humeur.

En marge de ces théories assimilant l'Intelligence Emotionnelle à une capacité, le psychologue K.V. Petrides propose une approche différente (Petrides & Furnham, 2000), en la considérant comme un trait de caractère, situant sa théorie à cheval avec le domaine de la personnalité (Petrides, Pita, & Kokkinaki, 2007).

Bien que chacun apporte sa propre définition et ses méthodes, tous cherchent à attribuer à l'Intelligence Emotionnelle un rôle dans le déroulement de la vie des individus, que ce soit dans la vie de couple (Brackett, Warner, & Bosco, 2005), la réussite scolaire (Petrides, Frederickson, & Furnham, 2004), les relations sociales (Lopes, Salovey, & Straus, 2003) ou d'un point de vue plus global (Bastian, Burns, & Nettelbeck, 2005) (Brackett, Mayer, & Warner, 2004).

---

<sup>2</sup> Capacité à raisonner sur les émotions et à se baser sur les émotions pour améliorer sa façon de penser.

**Application aux agents virtuels.** S'il paraît inutile de s'attarder sur le côté prédictif de l'Intelligence Emotionnelle concernant les agents conversationnels, on peut en revanche s'interroger quant à son intérêt en termes de compréhension et de manipulation des émotions. Dias et Paiva (Dias & Paiva, 2011) illustrent cet intérêt à l'aide d'un scénario, démontrant que la compréhension des émotions modifiera le comportement d'un agent (un agent A n'aimant pas un agent B voudra provoquer sa tristesse, et effectuera donc des actions qui déclencheront selon lui l'émotion désirée). André et al. (André, Rehm, Minker, & Bühler, 2004) s'appuient de leur côté sur la notion de politesse pour mettre en avant les différentes stratégies dialogiques à la disposition d'un agent doté d'Intelligence Émotionnelle, en se basant sur la distance sociale et la hiérarchie entre le dit agent et l'utilisateur.

Tout en contribuant à rendre les agents virtuels plus crédibles aux yeux des utilisateurs, l'Intelligence Emotionnelle permet ainsi de moduler certains aspects de la personnalité. Un agent au comportement agressif saura par exemple se montrer calme et agréable s'il fait face à son supérieur hiérarchique, et pourra encore adopter une stratégie comportementale différente en présence d'amis proches. Cela laisse également la possibilité à un agent de décider délibérément s'il doit ou non exprimer une émotion, comme expliqué dans la partie précédente.

## I.6) L'état émotionnel

Maintenant que nous en savons un peu plus sur les émotions, il reste encore à étudier leur comportement dans la durée. Combien de temps persiste une émotion ? Comment se cumulent-elles ? Pour répondre à ces questions, explorons en détail les caractéristiques de l'état émotionnel.

**Les variables d'appraisal.** Avant de comprendre à quoi correspond l'état émotionnel d'un individu, il est indispensable de connaître les mécanismes mis en œuvre dans le calcul de l'intensité d'une émotion. Tous les événements positifs ne se transforment pas en joie de la même manière, et nul doute que le bonheur que ressent un footballeur lorsqu'il soulève une coupe est bien plus important que celui qu'il pourrait ressentir en trouvant une pièce dans son salon. Une étude menée par Scherer démontre en effet que les occasions menant à des émotions intenses sont relativement rares (Scherer, 1986). Afin de calculer cette intensité, les différentes théories de l'évaluation cognitive s'appuient sur des variables appelées variables d'*appraisal* associées à l'élément déclencheur.

OCC détermine trois variables principales que sont : (1) la désirabilité d'un événement et sa congruence avec les buts de l'individu, (2) le mérite accordé à une action et sa conformité aux normes socioculturelles auxquelles il adhère et (3) l'attirance d'un objet et sa correspondance avec les goûts de l'individu. Nous verrons en détail dans la seconde partie de ce document comment ces variables peuvent être utilisées pour déterminer l'intensité des 22 émotions que comporte le modèle.

**La durée des émotions.** Une fois fixée l'intensité de l'émotion, cette dernière va venir modifier l'état émotionnel de l'individu. Nous verrons dans la partie II.2 de ce document que l'impact de cette émotion dépendra de plusieurs critères, tels que la personnalité de l'individu. L'état émotionnel représente en fait "*l'ensemble des émotions ressenties par un individu à un instant donné*" (Ochs,

2007). Bien entendu, cet état va fluctuer avec le temps, et si des émotions peuvent s'y greffer, certaines peuvent à l'inverse disparaître. Tanguy décompose ainsi la durée de vie d'une émotion en trois étapes (Tanguy, 2006) : (1) l'attaque, période pendant laquelle l'émotion va atteindre son intensité maximale, (2) le pic pendant lequel l'intensité est à son paroxysme et (3) le déclin qui représente la décroissance de l'émotion jusqu'à sa disparition. La figure 3 décrit deux émotions ayant des valeurs d'attaque et de déclin différentes. Par ailleurs, l'un des aspects à ne pas négliger concerne le seuil d'intensité. Dans FATiMA, comme nous le verrons en détail plus tard, une émotion dont l'intensité ne dépasse pas un certain seuil qui lui est propre ne viendra pas s'ajouter à l'état émotionnel.

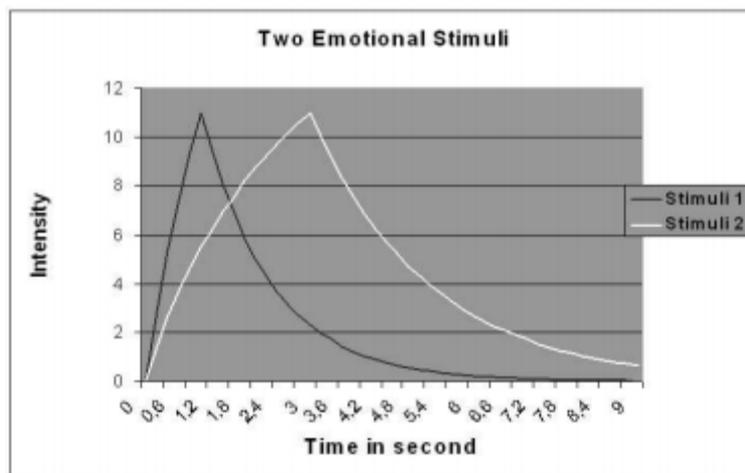


Figure 3 : Durée de vie de deux émotions distinctes

**De l'importance de l'humeur.** Il est difficile de parler d'émotions sans parler d'humeur tant de nombreux chercheurs soulignent l'impact de l'un sur l'autre (Gebhard, 2005) (Egges, Kshirsagar, & Magnenat-Thalmann, 2004) (Tanguy, 2006) (Velasquez, 1997). En effet, tous s'accordent à dire qu'un individu de mauvaise humeur augmentera l'intensité des émotions de valence négative tout en diminuant celle des émotions positives. Il est donc plus facile d'éprouver de la colère lorsque l'on est de mauvaise humeur, et elle risque en outre de durer plus longtemps. Inversement, un individu de bonne humeur verra l'intensité et la durée de ses émotions positives augmenter (Martin & Lawson, 1998).

A la différence des émotions, l'humeur n'est représentée que par sa valence, n'est pas déclenchée par un élément particulier et n'a pas d'origine bien précise. Elle dure plus longtemps qu'une émotion, mais son intensité est généralement plus faible. Cela dit, si nous venons de voir que l'humeur influence les émotions, l'inverse est également vrai et celle-ci va évoluer au même titre que l'état émotionnel. Ainsi, les émotions positives auront un impact positif sur l'humeur et inversement.

Au même titre que l'humeur, il existe un autre phénomène susceptible de venir modifier les émotions déclenchées, ou l'état émotionnel lui-même ; Il s'agit de la personnalité. La partie suivante de ce document va donc nous permettre d'en apprendre un peu plus là-dessus.

## II) La personnalité

---

"La personnalité, c'est l'ensemble des attributs, qualités et caractéristiques qui distinguent le comportement, les pensées et les sentiments des individus". Telle est la définition de personnalité avancée par les psychologues Saucier et Goldberg (Saucier & Goldberg, 2006). Bien qu'elle se rapporte avant tout à l'étude d'êtres humains, il reste à savoir si cette définition peut être transposée à des "êtres virtuels".

Pour répondre à cette question, il est avant tout indispensable de s'appuyer sur les travaux de Reeves et Nass qui démontrent que les règles sociales régissant les interactions Humain-Machine sont identiques à celles entre deux humains (Reeves & Nass, 1996). Nous nous pencherons également sur une autre étude (Nass, Moon, Fogg, Reeves, & Dryer, 1995) expliquant qu'il est tout à fait possible de simuler de manière perceptible le concept de personnalité au sein d'un simple programme informatique.

Dans un premier temps, nous ferons donc le tour des différentes théories formulées, avant de définir le lien qui peut exister entre la personnalité et les émotions. Pour finir, nous verrons quels peuvent être les impacts de la personnalité sur la prise de décision et les actions d'un individu (mais également d'un agent virtuel).

### II.1) Les différentes théories de la personnalité

Dans son état de l'art, S. Hampson (Hampson, 1999) dresse une liste exhaustive des différentes théories sur la personnalité que l'on peut trouver dans la littérature. Si tous s'accordent à considérer le domaine comme étant l'étude des différences interpersonnelles, chacun défend sa propre manière de conceptualiser ces mêmes différences.

**Les modèles taxonomiques.** La théorie la plus répandue se base sur des études taxonomiques pour définir un certain nombre de traits (ou facteurs) sensés représenter les attributs d'un individu (Goldberg, 1993). Là encore, les avis divergent quant au nombre de traits que doit comporter le modèle idéal. Saucier et Goldberg proposent ainsi huit règles permettant de définir la qualité d'un modèle structurel (Saucier & Goldberg, 2006), mais tentent également d'expliquer quels traits sont nécessaires en fonction de leur nombre (Saucier & Goldberg, 2003). Au milieu de cet enchevêtrement de théories, deux modèles prédominent :

Le modèle d'Eysenck (aussi appelé modèle PEN) se fonde sur les trois traits que sont *Psychoticism*, *Extraversion* et *Neuroticism* qui, de son propre avis, sont universels et donc indépendants de toute notion de culture. Eysenck attribue également des origines biologiques à chacun de ces traits, justifiant par là même son choix de facteurs.

Le second modèle, tout aussi répandu, s'articule de son côté autour de cinq traits distincts (McCrae & Costa, 1987) (John & Srivastava, 1999) (Goldberg, 1992) (McCrae & John, 1992). Le Five Factor Model (ou Big Five) reprend l'*Extraversion* et le *Neuroticism* chers à Eysenck, auxquels viennent se rajouter l'*Openness*, *Conscientiousness* et *Agreeableness*. Goldberg et Rosolack (Goldberg & Rosolack, 1994)

prouvent d'ailleurs que les trois traits du modèle d'Eysenck peuvent en fait être intégrés dans les cinq traits susnommés. Là encore, une étude (McCrae & Terracciano, 2005) essaie de démontrer l'universalité culturelle de ces traits, qui peuvent être décrits de la manière suivante : (1) *Openness* qui définit le degré d'imagination, d'inventivité, de créativité de l'agent, mais aussi son ouverture d'esprit et sa curiosité (e.g. curieux Vs. superficiel), (2) *Conscientiousness* exprime la discipline, le sens du devoir, la conscience professionnelle, et le sens de l'organisation (e.g. méthodique Vs. désordonné), (3) *Extraversion*, la facilité et l'envie de s'exprimer face à d'autres personnes, le besoin d'être en groupe (e.g. sociable Vs. timide), (4) *Agreeableness*, la tendance à compatir, à coopérer, à considérer les autres personnes (e.g. amical Vs. froid) et (5) *Neuroticism* qui décrit la stabilité émotionnelle de l'agent, et son attitude face à des événements négatifs (e.g. anxieux Vs. calme).

**Quels traits choisir ?** La question qui se pose est donc de savoir quelle théorie choisir dans le domaine des agents virtuels communicants. Si certains s'évertuent à comparer les deux théories prédominantes (Eysenck, 1992) (Goldberg & Rosolack, 1994), la solution est probablement d'adapter son modèle en fonction de ses besoins, et des comportements à étudier. Henninger et al. vont ainsi orienter leurs trois traits de personnalité (Henninger, Jones, & Chown, 2001) de manière à optimiser les différences lors de prises de décisions. Un modèle tel qu'HEXACO (Lee & Ashton, 2004) pourrait quant à lui avoir son utilité pour mesurer la sincérité d'un agent, tandis que l'Interpersonal Circumplex (Wiggins, Trapnell, & Phillips, 1988) (Gurtman, 2009) gagnerait à être utilisé dans le cadre de scénarios basés sur l'étude des relations inter-agents.

En diminuant le nombre de traits, on obtient finalement des personnalités moins détaillées, mais plus facilement distinguables par un utilisateur. En effet, si l'on se base sur le seul axe d'Agreeableness, il devrait être relativement simple de différencier deux agents diamétralement opposés (Un agent froid contre un autre amical par exemple). En contrepartie, le nombre de comportements disponibles est assez faible, ce qui peut s'avérer être un inconvénient si l'on essaie justement de modéliser les nuances entre des agents anxieux et dédaigneux, par exemple. Le tout est donc de savoir trouver un savant compromis entre ces deux aspects.

## II.2) Lien entre personnalité et émotion

Si l'émotion est considérée comme un affect de courte durée, la personnalité est supposée rester stable sur de très grande période. L'humeur quant à elle se situe entre les deux (Gebhard, 2005). S'il est ainsi courant qu'un individu ressent plusieurs émotions dans un court laps de temps, ou que son humeur fluctue pendant une même journée, ce n'est pas le cas pour sa personnalité. Une personne colérique ne deviendra pas amicale du jour au lendemain, par exemple.

**Impact sur les émotions.** De nombreux travaux font cependant état d'une influence de la personnalité sur les émotions. L'exemple du restaurant fourni par Gilboa et Revelle (Gilboa & Revelle, 1994) fait état de cette influence : Face à un serveur désagréable, certains seront passablement agacés pendant plusieurs heures, voire furieux alors que d'autres seront simplement ennuyés, et

oublieront cet épisode au plus vite. On devine donc que *"the structure of individuals' responses of emotion-inducing events is to some extent a consistent and coherent feature of personality"*<sup>3</sup>.

Le lien le plus évident concerne le trait *neuroticism* qui représente, du propre aveu de McCrae et Costa, la propension d'un individu à ressentir des émotions négatives, telles que l'anxiété, la colère ou la dépression (McCrae & Costa, 1987). Certains voient par ailleurs dans le trait *extraversion* l'opposé du *neuroticism* et donc la tendance à ressentir des émotions positives (Revelle & Scherer, 2008) (Luminet & Zech, 2000) (Gross, Sutton, & Ketelaar, 1998). Reisenzein et Weber considèrent également deux autres traits du Big Five comme étant liés aux émotions : *l'agreeableness* d'une part, favorise les émotions sociales et empathiques, là où *l'openness* aide le déclenchement des émotions liées à l'art et à la beauté (Reisenzein & Weber, 2007).

Dans le domaine des agents virtuels, cette influence est principalement modélisée à travers l'impact de la personnalité sur les caractéristiques des émotions. C'est le cas dans SCREAM (Prendinger, Descamps, & Ishizuka, 2002), où la personnalité va impacter la régulation des émotions, en particulier la vitesse à laquelle elles décroissent. Dans FATiMA, un lien est fait entre chaque trait du Big Five et les émotions OCC (Doce, Dias, Prada, & Paiva, 2010), permettant ainsi de définir les valeurs de *threshold* et de *decay* (Dias & Paiva, 2005).

**Influence sur le comportement.** Le lien entre personnalité et émotion ne s'arrête cependant pas là, puisque les deux exercent leur influence sur les actions et les décisions d'une personne. Selon Miller et al. (Miller, Read, Zachary, & Rosoff, 2010) la personnalité, la culture et les émotions jouent un rôle important dans le comportement social des individus. Des études présentent également l'impact de la personnalité sur le comportement non verbal, que ce soit sur la vitesse ou l'amplitude des gestes (Gebhard P. , Kipp, Klesen, & Rist, 2003) ou l'expression et la perception des émotions (Clavel, Rilliard, Shochi, & Martin, 2009).

Pour Dörner, la personnalité d'un agent PSI correspond à un profil particulier de régulation des émotions, par exemple, la valeur de diminution du *drive competence* en cas d'échec d'une tâche. Cela peut ainsi donner lieu à des agents au caractère aventureux ou ne prenant aucun risque, au contraire. Dans FATiMA, un lien est fait entre ces *drives* et les traits du Big Five (Nazir, Enz, Lim, Aylett, & Cawsey, 2009), et l'impact de la *conscientiousness* sur le choix des buts et des intentions est également modélisé (Doce, Dias, Prada, & Paiva, 2010). La personnalité des agents y est en outre définie par ses actions tendances (Dias & Paiva, 2005). Une personne manifestera par exemple sa tristesse par des pleurs, alors qu'une autre manifestera cette émotion de manière différente.

André et al. présentent quant à eux divers agents capables d'exprimer des émotions et dotés de personnalité (André, Klesen, Gebhard, Allen, & Rist, 1999). Cette dernière va ainsi intervenir dans le choix des réponses de l'agent, et le ton donné à la parole. Un agent colérique aura ainsi tendance à choisir des réponses sèches, données sur un ton agressif. Cet impact sur les choix et décisions de l'agent est également prouvé dans un scénario militaire mettant en scène une équipe de 2 soldats aux personnalités distinctes : Leurs réactions face à un événement identique seront différentes : l'un va continuer à se cacher si l'ennemi tire, l'autre va rester figé (Henninger, Jones, & Chown, 2003).

---

<sup>3</sup> La structure des réponses de chaque individu face à des événements déclenchant des émotions est en quelque sorte une caractéristique constante et cohérente de la personnalité.

# III) L'informatique affective

---

Nous avons vu dans le premier chapitre de ce document que l'étude des émotions était indispensable à l'amélioration des relations entre les humains et les machines, avant de dépeindre sommairement les différentes théories parues dans la littérature. Puis, nous avons étudié le domaine de la personnalité, son lien avec les émotions, et les multiples impacts que ces deux phénomènes peuvent avoir sur la prise de décision et les actions d'un être humain. Le présent chapitre sera quant à lui organisé de la manière suivante :

Dans un premier temps, nous découvrirons comment les différentes théories étudiées précédemment sont modélisées à travers deux courants de recherche bien distincts : l'un orienté utilisateur, l'autre orienté agent. Enfin, nous terminerons sur des exemples concrets d'applications mettant en œuvre les modèles en question, en décrivant les multiples domaines dans lesquels ils ont été testés.

## III.1) L'approche orientée utilisateur

Comme son nom l'indique, cette approche a pour principale vocation d'améliorer les relations entre l'humain et la machine. L'accent sera donc mis sur la reconnaissance des émotions de l'utilisateur, et l'expression d'émotions par l'agent. Le réalisme revêt donc une importance particulière, et les risques liés à l'Uncanny valley sont grands (voir partie I.1). Le temps de réaction est lui aussi décisif, un temps de latence important pouvant mettre à mal l'interaction. Dans la plupart des cas, on retrouvera de tels agents dans des rôles d'aide au public, en tant que guides de musées par exemple (Swartout & al, 2010).

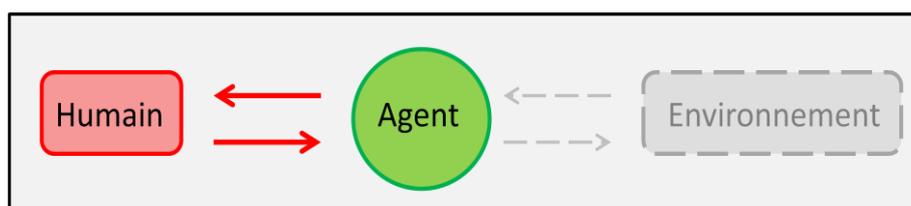


Figure 4 : Approche orientée utilisateur

**Perception et reconnaissance.** L'une des premières tâches incombant à l'agent est de percevoir l'utilisateur et d'être capable de reconnaître les émotions qu'il exprime, mais il doit également être capable de percevoir des objets dans son propre monde virtuel. Le chien virtuel Sllas (Blumberg, Todd, & Maes, 1996) se base ainsi sur trois différents types de perception, dont une vision synthétique lui permettant d'éviter les obstacles. Cette technique est également utilisée par Tu et Terzopoulos pour permettre à leurs poissons d'évoluer dans un aquarium virtuel (Tu & Terzopoulos, 1994).

Il existe en outre de nombreux outils permettant à un agent virtuel de mesurer l'état émotionnel de l'utilisateur. R. Picard présente ainsi une liste d'objets, parmi lesquels une chaussure captant la conductivité de la peau, ou des boucles d'oreilles pour évaluer la pression sanguine (Picard, 1998). La Sentic Mouse, quant à elle, est une souris d'ordinateur permettant de mesurer la valence des émotions de la personne qui l'utilise (Kirsch, 1997). Des solutions telles que l'eye-tracking servent par ailleurs à connaître avec précision la position du regard de l'utilisateur et sont utilisées dans de nombreuses études (Martinez, Sloan, Szymkowiak, & Scott-Brown, 2011) (Jacob & Karn, 2003).

Mais les outils les plus conventionnels et les plus régulièrement utilisés restent néanmoins la caméra et le micro. En effet, comme l'explique R. Picard (Picard, 2001), "*facial expressions are good at communicating valence (positive, negative) while vocal inflection (especially pitch and loudness) is good at communicating arousal*"<sup>4</sup>. On retrouve donc dans l'état de l'art réalisé par Z. Zeng et al. une liste des études effectuées sur la reconnaissance visuelle et acoustique des émotions (Zeng, Pantic, Roisman, & Huang, 2009). Il en ressort que la méthode la plus utilisée pour la reconnaissance faciale est celle développée par Ekman et Friesen : le *Facial Action Coding System* (FACS). Il s'agit là d'un index associant les mouvements du visage appelés Action Units (AU) avec certains muscles. Ainsi, l'AU n°1 concerne la hausse de l'intérieur des sourcils, et met en jeu deux muscles différents.

**Expression d'émotions.** Si le FACS est désormais un standard dans le domaine de la reconnaissance d'émotions, c'est aujourd'hui la norme MPEG-4 qui est majoritairement utilisée pour permettre aux agents virtuels d'exprimer leurs émotions de manière crédible (Ostermann, 1998). Pour ce qui est de l'expression faciale, cette norme définit un certain nombre de *Facial Animation Parameters* (FAP) représentant des mouvements de certaines parties du visage. Le paramétrage de ces FAPs permet la déformation du visage de l'agent, qui pourra alors exprimer ses émotions, comme c'est le cas pour GRETA (Pasquariello & Pelachaud, 2001).

La norme MPEG-4 permet également de modéliser les postures et les gestes grâce aux *Body Animation Parameters* (BAP), l'équivalent des FAPs pour le corps. De nombreuses études (Kopp & Wachsmuth, 2000) (Wallbott & Scherer, 1986) ont en effet démontré l'importance de la communication non verbale lors des interactions entre deux ou plusieurs personnes, notamment dans la transmission des émotions. Les travaux de Gutiérrez et al. se basent donc sur ces BAPs pour réaliser des déformations corporelles et ainsi éditer différents gestes et postures (Gutiérrez, Vexo, & Thalmann, 2002).

En ce qui concerne la voix, il existe de multiples outils de synthèse vocale, et de nettes améliorations ont été effectuées afin de pallier au rendu "métallique" des débuts. Des logiciels tels qu'Acapela ou Mary (Schröder & Trouvain, 2003) permettent par exemple de transformer du texte en données audio. Les questions qui se posent alors concernent la synchronisation labiale et les conflits probables entre l'expression d'une émotion et de la parole. Le mouvement des lèvres sera en effet différent si l'agent parle avec le sourire ou s'il est étonné. C. Pelachaud (Pelachaud, 1991) et M. Cohen (Cohen & Massaro, 1993) ont ainsi focalisé leur attention sur la co-articulation pour tenter de

---

<sup>4</sup> Les expressions faciales sont bonnes pour communiquer la valence (positive ou négative) tandis que l'intonation de la voix (particulièrement la fréquence et l'intensité) est bonne pour communiquer l'excitation.

résoudre ce problème. Quant à Voice Puppetry, il génère une expression faciale en fonction de données extraites de fichiers audio (Brand, 1999).

### III.2) L'approche orientée agent

Dans cette approche, le principal centre d'intérêt concerne l'autonomie des agents virtuels. Ces derniers doivent en effet être capables d'évoluer librement dans un univers virtuel, tout en réagissant de manière crédible aux différentes situations auxquelles ils feront face. La principale préoccupation des chercheurs sera donc de modéliser au mieux les différents aspects cognitifs mis en œuvre dans le processus émotionnel des agents en s'appuyant sur les théories issues de la littérature.

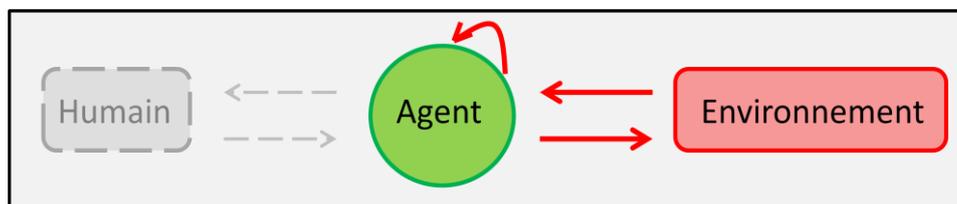


Figure 5 : Approche orientée agent

L'essor pris par la recherche dans le domaine de l'informatique affective a en effet vu le nombre de modèles existants drastiquement augmenter ces dernières années. Une récente étude de Gratch et Marsella essaie donc de répondre à cette problématique en organisant les différents modèles les plus aboutis selon les théories auxquelles ils sont liés (Marsella, Gratch, & Petta, 2010).

Cathexis, par exemple, s'appuie principalement sur l'approche biologique de Damasio (Velasquez, 1996) (Velasquez, 1997) tandis que le modèle CogAff de Sloman se base sur la théorie avancée par son auteur lui-même (Sloman, 2001a) (Sloman, 2001b). MicroPsi, quant à lui, est un modèle développé par Bach basé sur la théorie PSI de Dörner (Bach, 2003) (Bach & Vuine, 2003). Comme pour la pyramide de Maslow, ce dernier décrit donc des besoins motivationnels qui vont venir influencer les émotions de l'agent.

La figure 6 nous permet par ailleurs de constater que la grande majorité des modèles prend sa source dans les différentes théories de l'évaluation cognitive et plus particulièrement dans les travaux d'Ortony, Clore et Collins. *L'Affective Reasoner* d'Elliott (Elliott, 1993) et *L'Emotional Model* de Reilly et Bates (Reilly & Bates, 1992) ont ainsi ouvert la voie à de nombreux travaux apportant chacun leurs spécificités : FLAME utilise la logique floue pour représenter les émotions ainsi qu'une technique d'apprentissage pour la mémoire émotionnelle (El-Nasr, Yen, & Ioerger, 2000). De leur côté, Gratch et Marsella considèrent qu'un seul niveau d'*appraisal* est nécessaire pour modéliser les différents types d'émotions primaires et secondaires (Marsella & Gratch, 2006) (Marsella & Gratch, 2009).

Avant cela, Kasap et Magnenat-Thalmann ont elles aussi dressé un état de l'art des agents virtuels, plus orientés vers l'autonomie et la personnalité (Kasap & Magnenat-Thalmann, 2007). Il ressort de cette étude que la plupart des modèles utilisés sont centrés sur le modèle de personnalité du Big Five

vu précédemment. Nombre d'entre eux se basent d'ailleurs également sur la théorie OCC quant au déclenchement des émotions (Egges, Kshirsagar, & Magnenat-Thalmann, 2003) (Romano, Sheppard, Hall, Miller, & Ma, 2005) (André, Klesen, Gebhard, Allen, & Rist, 1999).

Parmi tous ces modèles, deux d'entre eux ont particulièrement attiré notre attention : il s'agit des modèles Alma et FATiMA, pour les raisons que nous détaillerons dans les chapitres qui leur sont dédiés, dans la seconde partie de ce document.

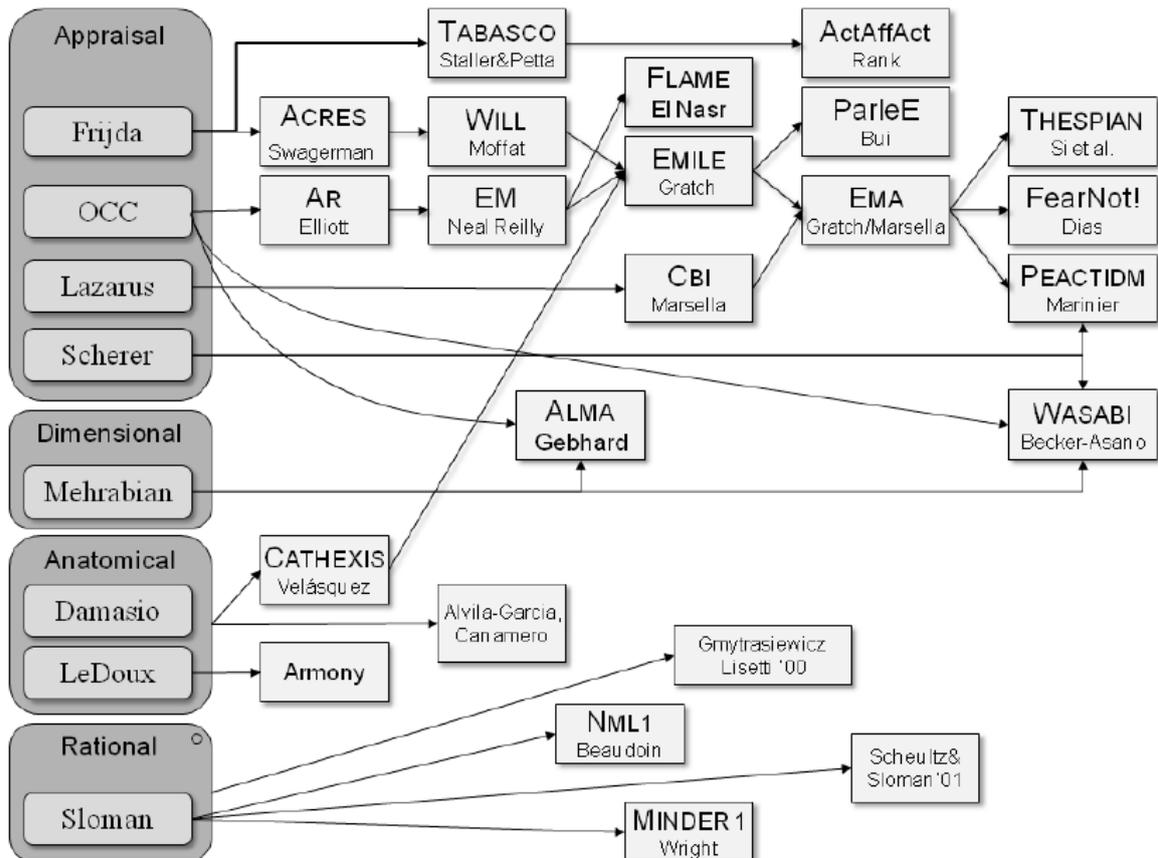


Figure 6 : Origines des différents modèles computationnels (Marsella, Gratch, & Petta, 2010)

### III.3) Les domaines d'application

Afin de terminer ce rapide tour d'horizon concernant l'informatique affective, il est indispensable de s'attarder quelques instants sur ses principaux domaines d'application. On retrouve en effet aujourd'hui de plus en plus d'agents virtuels émotionnels dans des rôles jusqu'alors tenus par des humains. Si leur rôle est toujours très précis, il est cependant possible de les regrouper selon des familles bien distinctes.

Le rôle le plus fréquemment dévolu aux agents virtuels est celui de guide, ou d'agent d'accueil. De plus en plus d'institutions intègrent en effet des agents sur leur site afin de conseiller les visiteurs et de répondre à leurs questions. C'est le cas du *Heinz Nixdorf Museums Forum* qui héberge Max, un agent à taille réelle capable d'interagir avec les utilisateurs (Kopp, Gesellensetter, Krämer, & Wachsmuth, 2005). Plus récemment, le musée des sciences de Boston a lui aussi tenté l'expérience, et espère attirer l'attention des visiteurs sur le monde scientifique (Swartout & al, 2010) (Bickmore, Pfeifer, Schulman, Perera, Senanayake, & Nazmi, 2008). Dans un autre domaine, Gockley et al. se servent d'une réceptionniste virtuelle dans un hôtel pour mesurer l'impact de l'humeur d'un agent sur les clients (Gockley, Forlizzi, & Simmons, 2006). Il existe également des guides virtuels pour des mondes qui le sont tout autant, comme c'est le cas pour le SDO Moleno dans le jeu *Second Life* (Jan, Roque, Leuski, Morie, & Traum, 2009). Pour répondre à ce besoin naissant, Leuski et al. proposent quant à eux un modèle permettant de créer des agents dont le but est de répondre à des questions portant sur thème précis (Leuski, Patel, & Traum, 2006).

Il n'est pas non plus rare de retrouver des agents dans le rôle de formateur virtuel. Leur but est alors de préparer les utilisateurs à des situations qu'ils seront amenés à vivre dans le cadre de leur fonction. *SimSchool* permet par exemple aux futurs professeurs de se préparer aux métiers de l'enseignement en les confrontant à une salle de classe virtuelle (Foley & McAllister, 2005) (Gibson, 2011). Diverses expériences ayant pour but de permettre aux psychologues débutants de corriger leurs défauts mettent elles-aussi en scène un patient virtuel (Parsons, Kenny, Cosand, Iyer, & Courtney, 2009) (Kenny, Parsons, & Garrity, 2010). Enfin, avec le *Mission Rehearsal Exercise System*, l'Armée américaine confronte ses jeunes recrues à des situations de guerre réalistes, afin d'améliorer et d'optimiser leurs prises de décision sur le terrain (Hill, Gratch, Marsella, Rickel, Swartout, & Traum, 2003) (Swartout, et al., 2006).

Toujours d'un point de vue éducatif, certains agents ont pour objectif d'amener les utilisateurs à adopter un comportement adapté à des situations particulières. Le projet européen *E-Circus* a notamment permis à des scénarios tels que *FearNot!* et *ORIENT* de voir le jour. Le premier nous met dans la peau d'un élève du primaire, témoin d'agressions répétées sur un de ses camarades de classe, afin de mieux appréhender le problème (Enz, et al., 2008). Dans *ORIENT*, une équipe de trois adolescents va devoir coopérer et apprendre à surpasser les différences interculturelles afin de sauver une planète peuplée d'extra-terrestres (Kriegel, et al., 2008) (Aylett, Vannini, André, Paiva, Enz, & Hall, 2009). Dans un tout autre registre, le jeu en ligne *Restaurant Game* apprend aux joueurs à respecter les normes sociales en incarnant clients ou serveurs au cours d'un dîner au restaurant (Orkin & Roy, 2007).

De nombreux travaux prouvent également l'impact positif que peuvent avoir des agents virtuels sur les capacités cognitives des enfants, telles que leurs connaissances linguistiques (Ryokai, Vaucelle, & Cassell, 2002), et même leurs phobies (Hudlicka, 2005). Dans le domaine du handicap, et plus particulièrement de l'autisme, Tartaro et Cassell ont utilisé des agents virtuels pour améliorer la communication d'enfants autistes, pour des résultats positifs (Tartaro & Cassell, 2008). Strickland, quant à elle, prouve que l'utilisation de casque de réalité virtuelle permet aux enfants autistes de mieux appréhender le monde réel par la suite (Strickland, 1997). Un récent état de l'art liste par ailleurs les différentes expériences relatives au domaine, ainsi que leurs résultats (Bellani, Fornasari, Chittaro, & Brambilla, 2011).

## Deuxième Partie

Contribution : De l'influence  
de la personnalité sur le  
comportement d'un agent

# IV) Alma Vs FAtiMA : Comparaison de deux modèles computationnels

---

Nous venons de voir dans le chapitre précédent qu'il existait une multitude de modèles computationnels, s'appuyant chacun sur des théories différentes, et apportant leurs propres idées. Afin de répondre à la problématique exposée au début de ce document, nous avons donc choisi de nous concentrer sur les deux modèles que sont Alma et FAtiMA.

Dans un premier temps, nous allons donc étudier séparément chacun d'eux, de manière à bien comprendre leur fonctionnement, leurs atouts et leurs faiblesses. Puis, en nous appuyant sur les informations ainsi collectées, nous expliquerons notre architecture, en mettant en lumière nos choix et leurs justifications.

## IV.1) Alma

Alma est un modèle computationnel d'émotions principalement centré sur les relations entre la personnalité, l'humeur et les émotions (Gebhard P. , 2005). Le modèle se base sur la théorie de l'évaluation cognitive OCC vue précédemment et s'appuie sur les traits issus du Big Five pour modéliser la personnalité de l'agent (voir section II.1). Les affects sont quant à eux représentés sur un espace en 3D reprenant les axes définis par Mehrabian : *Pleasure*, *Arousal* et *Dominance* (PAD). Les valeurs sur chaque axe sont comprises entre -1 et 1.

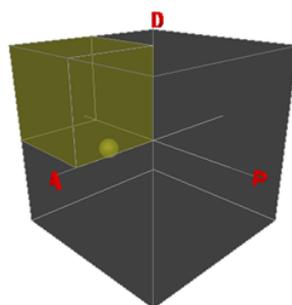


Figure 7 : Représentation de l'axe PAD

On peut ainsi découper cet espace en huit parties bien distinctes, suivant les valeurs des axes : +P ou -P pour plaisant ou déplaisant, +A ou -A pour excité ou calme, et +D ou -D pour dominant ou soumis. Chacune de ces parties représente une humeur globale (aussi appelée *Mood Octant*) comme le décrit le tableau 1. L'annexe F présente par ailleurs une description détaillée de ces différentes humeurs. Nous verrons un peu plus tard que l'humeur de l'agent ne dépend pas uniquement de l'octant dans laquelle elle se trouve, mais aussi de sa position au sein même de cet octant, et donc de sa distance par rapport à l'origine des trois axes.

Dans Alma, chaque action ou évènement intervenant dans le scénario et censé déclencher une émotion va être étiqueté par un *appraisal tag* (Gebhard, Klesen, & Rist, 2004). Par exemple, la phrase : "Tu chantes vraiment très bien, Anne !" sera associée à l'*appraisal tag* [*Admire Anne*]. Ces tags seront alors interprétés différemment par chacun des agents, selon des règles définies dans divers fichiers de configuration.

Tableau 1 : Humeurs associées aux axes PAD

Valeurs	Nom	Valeurs	Nom
+P +A +D	Exuberant	-P -A -D	Bored
+P +A -D	Dependant	-P -A +D	Disdainful
+P -A +D	Relaxed	-P +A -D	Anxious
+P -A -D	Docile	-P +A +D	Hostile

**Les fichiers de configuration.** La configuration des agents et des règles de calculs des affects se fait donc à partir de deux fichiers xml séparés.

Le premier fichier permet de définir les différents agents présents dans le scénario. En premier lieu, il s'agit de définir la personnalité des agents en leur associant chacune des valeurs du Big Five avec une valeur comprise entre -1 et 1. Il est également possible de déterminer l'influence de la personnalité sur le calcul des émotions déclenchées.

Dans un second temps, on retrouve quelques règles concernant le *decay* de l'humeur et les émotions des agents. Les différentes fonctions de *decay* disponibles sont présentées dans l'annexe F. On peut ainsi définir l'intervalle de temps pris en compte entre chaque réévaluation de l'intensité (e.g. une mise à jour toutes les 300ms). On peut par ailleurs définir l'intervalle de temps nécessaire pour que l'humeur revienne à sa valeur par défaut, en l'absence d'émotions ressenties par l'agent. (e.g. l'humeur revient à celle par défaut si l'agent n'a pas éprouvé d'émotions au bout de 5s).

C'est enfin dans ce fichier que se trouvent les différentes règles d'*appraisal*, pour chacun des agents. Trois types de règles existent : (1) les règles d'*appraisal* basiques, (2) les règles d'*appraisal* liées aux actions et (3) les règles d'*appraisal* liées aux affects. Le premier cas regroupe 18 *appraisal tags* définissant les variables d'*appraisal* relatives à des évènements ou des actions particulières. C'est à partir de ces 18 tags que les émotions OCC pourront être calculées (voir tableau 2). Les valeurs des variables sont quant à elles comprises entre -1 et 1. La *tag* [GoodEvent] pourra par exemple être associée à une *desirability* de 0.7. La seconde règle concerne les *appraisal tags* liés à des intentions communicatives, prenant ainsi en compte l'auteur et la cible de l'action. [Admire Anne] sera ainsi considéré comme un [GoodActSelf] par Anne elle même, tandis que l'auteur de la phrase le jugera en tant que [GoodActOther]. Enfin, les règles d'*appraisal* liées aux affects définissent les réactions visuelles relatives à un état émotionnel particulier, par exemple [Rouge de Honte]. Un fichier de configuration de test se trouve en annexe F.

Le second fichier, quant à lui, contient les caractéristiques communes aux différents agents. C'est ici qu'est définie la liste des actions possibles dans le scénario, mais on peut surtout y définir les valeurs de chaque émotion sur l'espace multidimensionnel PAD. La joie, par exemple, peut être

représentée par une valeur de 0.5 sur l'axe *Pleasure*, 0.42 sur l'axe *Arousal* et 0.23 sur l'axe *Dominance*. Pour finir, il est également indispensable de définir la pondération de chacune des valeurs du Big Five nécessaires au calcul de l'humeur par défaut des agents.

**Méthodes de calcul.** On peut distinguer trois étapes de calcul pour évaluer l'état émotionnel de l'agent : (1) la définition de l'humeur par défaut, (2) l'évaluation de l'émotion déclenchée et (3) l'évolution de l'état émotionnel.

Comme nous venons de le voir, l'humeur initiale des agents est calculée en fonction de leur personnalité. Sa représentation sur les axes PAD dépend donc des trois équations suivantes (Gebhard & Kipp, 2006) :

$$Pleasure = (0.21 * Extraversion) + (0.59 * Agreeableness) + (0.19 * Neuroticism)$$

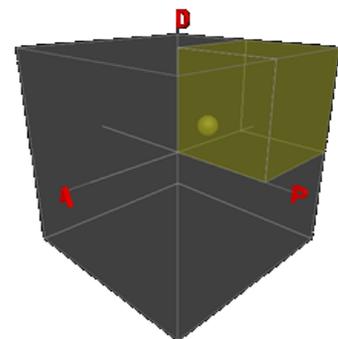
$$Arousal = (0.15 * Openness) + (0.30 * Agreeableness) + (0.57 * Neuroticism)$$

$$Dominance = (0.25 * Openness) + (0.17 * Conscientiousness) + (0.60 * Extraversion) - (0.32 * Agreeableness)$$

Prenons par exemple, un agent dont la personnalité a été définie de la manière suivante :

Openness = -0.3, Conscientiousness = -0.1, Extraversion = 0.6, Agreeableness = 0.0, Neuroticism = 0.3

En suivant le calcul, on arrive à la représentation de l'humeur ci-contre (représentée par la sphère verte) : *Pleasure* = 0.18, *Arousal* = -0.22 et *Dominance* = 0.27



Si l'on se réfère à l'octant correspondant dans le tableau 1, l'humeur par défaut de l'agent est donc *relaxed*. Nous avons cependant vu précédemment que l'intensité de cette humeur dépendait de la distance qui la séparait de l'origine des axes. On distingue ainsi trois degrés d'intensité différents : *slightly*, *moderate* et *fully*. Dans notre exemple, on parlera donc d'humeur *slightly relaxed*.

Bien entendu, cette humeur par défaut va être amenée à fluctuer, au gré des événements qui viendront ponctuer le scénario. Ces derniers vont en effet déclencher des émotions qui, en fonction de divers facteurs, vont venir modifier l'humeur actuelle. Avant de rentrer dans les détails des calculs de l'état émotionnel, étudions ceux mis en place pour l'évaluation cognitive.

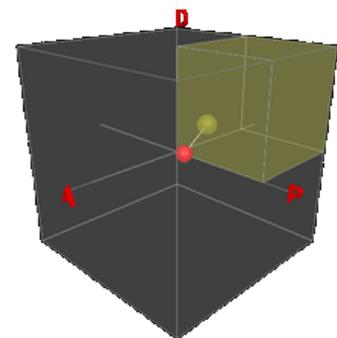
Dans Alma, on retrouve les 22 émotions du modèle OCC, auxquelles viennent se rajouter les émotions *Liking* et *Disliking*, associées aux objets. C'est grâce aux *appraisal tags* et aux fichiers de configurations que nous venons de voir que les émotions déclenchées vont être calculées. En effet, chacune d'entre elles correspond à l'un voire plusieurs des 18 appraisal tags basiques, comme le montre le tableau 2.

Tableau 2 : Liens entre appraisal tags et émotions déclenchées

Appraisal Tag	Emotion	Appraisal Tag	Emotion
GoodEvent	<i>Joy</i>	BadLikelyFutureEvent	<i>Fear</i>
GoodEventForGoodOther	<i>HappyFor</i>	+ EventConfirmed	<i>FearsCOntirmed</i>
GoodEventForBadOther	<i>Resentment</i>	+ EventDisconfirmed	<i>Relief</i>
BadEvent	<i>Distress</i>	GoodActSelf	<i>Pride</i>
BadEventForGoodOther	<i>Pity</i>	GoodActOther	<i>Admiration</i>
BadEventForBadOther	<i>Gloating</i>	BacActSelf	<i>Shame</i>
GoodLikelyFutureEvent	<i>Hope</i>	BadActOther	<i>Reproach</i>
+ EventConfirmed	<i>Satisfaction</i>	GoodEvent + GoodActSelf	<i>Gratification</i>
+ EventDisconfirmed	<i>Disappointment</i>	GoodEvent + GoodActOther	<i>Gratitude</i>
NiceThing	<i>Liking</i>	BadEvent + BadActSelf	<i>Remorse</i>
NastyThing	<i>Disliking</i>	BadEvent + BadActOther	<i>Anger</i>
GoodActOther + NiceThing	<i>Love</i>	BadActOther + NastyThing	<i>Hate</i>

Chaque émotion étant définie, dans le fichier de configuration correspondant, par ses valeurs sur l'axe PAD, on peut donc connaître la position de l'émotion par rapport à l'humeur actuelle de l'agent sur l'espace multidimensionnel.

Prenons par exemple l'évènement "Il fait beau", étiqueté en tant que [GoodEvent] dans le scénario. En se référant au tableau 2, on en déduit que l'agent témoin de cet évènement ressentira une émotion de joie (la sphère rouge sur le schéma ci-contre), représentée par les valeurs suivantes : Pleasure = 0.5, Arousal = 0.42 et Dominance = 0.23. Dès lors que l'émotion est déclenchée, l'humeur de l'agent va être modifiée en conséquence, selon la règle dite de *Pull/Push*.



**L'état émotionnel.** Cette règle de *Pull/Push* comporte deux différentes phases, chacune correspondant à une situation et impliquant une dynamique bien distincte : la phase d'attraction (*Pull Phase*) et la phase de répulsion (*Push Phase*). La phase de *Push* correspond à la situation dans laquelle l'humeur de l'agent et l'émotion déclenchée ne sont pas dans le même octant (ex : l'humeur de l'agent est dans l'octant « *Relaxed* » et il reçoit une émotion de joie, située dans l'octant « *Exuberant* »). L'humeur de l'agent est alors attirée vers l'émotion. La phase de *Pull*, quant à elle, intervient quand l'émotion déclenchée se situe entre l'humeur actuelle et l'origine des axes. L'humeur n'est alors plus attirée par l'émotion, mais repoussée. Cette phase permet de simuler le fait qu'une émotion faisant partie du même octant que l'humeur actuelle aura toujours tendance à renforcer cette humeur (ex : un agent dont l'humeur est joyeuse s'apercevant qu'il fait beau sera encore plus joyeux). La figure 8 ci-dessous schématise les deux différentes phases.

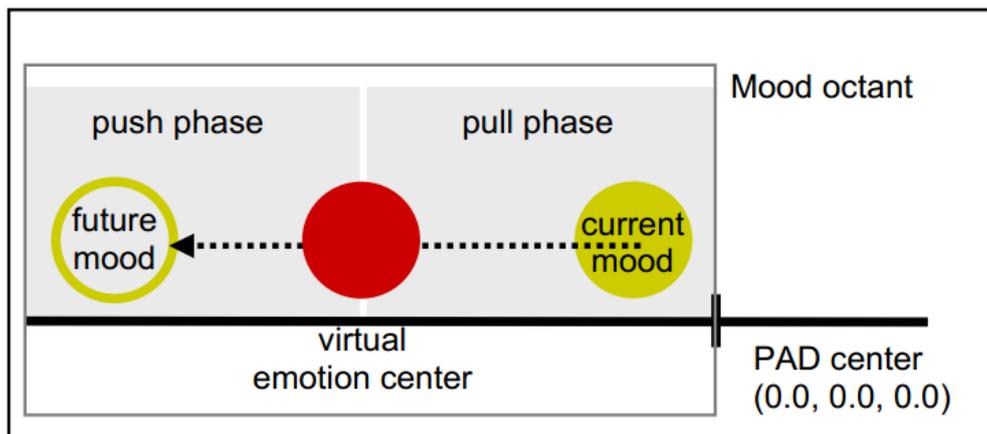


Figure 8 : Impact des émotions sur l'humeur dans Alma

La distance parcourue par l'humeur dans l'espace multidimensionnel dépend principalement de deux facteurs : l'intensité des émotions actives et la fonction de decay associée à chaque agent. Ainsi, plus l'intensité d'une émotion est forte et plus son decay est faible, plus son influence sur l'humeur de l'agent sera grande. A contrario, une émotion de faible intensité et décroissant rapidement n'aura quant à elle qu'un impact limité.

**Atouts et Limites.** Le principal avantage d'Alma est de bien mettre en évidence les interactions entre les différents éléments affectifs que sont la personnalité, l'humeur et les émotions. Centré sur l'humeur, le modèle met d'ailleurs en avant l'impact de cette dernière sur les différentes phases de calcul, notamment à travers la règle de *Pull/Push*. De plus, la représentation continue des émotions, couplée à la visualisation 3D de l'espace multidimensionnel permet de bien observer l'évolution de l'état émotionnel et les dynamiques mises en œuvre.

Le modèle ne prend cependant pas en compte l'aspect décisionnel de l'agent, et aucun impact de l'humeur ou de la personnalité sur ses actions n'est encore défini. Cela est dû en partie à l'absence de notions de buts au sein du modèle. De plus, aucun impact de l'humeur sur l'intensité des émotions déclenchées n'a été modélisé. Pour un même évènement, un agent relaxé devrait par exemple ressentir des émotions de joies plus fortes qu'un agent anxieux. Il serait également intéressant de noter la différence existant entre deux agents hostiles et dédaigneux.

## IV.2) FATiMA

L'objectif de FATiMA est de fournir une architecture générique et flexible pour la création d'agents émotionnels, permettant ainsi de comparer les différentes théories issues de la littérature (Dias, Mascarenhas, & Paiva, 2011). Celle-ci est composée d'un cœur, nécessaire au fonctionnement du modèle, et de différents modules ajoutant chacun une fonctionnalité particulière. L'idée est avant tout que ces modules soient indépendants les uns des autres de manière à rendre le modèle le plus flexible possible.

La version de FATiMA étudiée dans ce document se base sur la théorie OCC mais garde une représentation discrète des émotions, contrairement à Alma. On retrouve donc 22 émotions, chacune étant caractérisée par une intensité variant de 0 à 10. Le cœur de FATiMA décrit la manière dont les différents modules vont communiquer entre eux afin de définir l'état émotionnel de l'agent, et les actions à entreprendre en réaction. Le schéma ci-dessous représente le fonctionnement simplifié de ce cœur, un schéma plus complet se trouvant en annexe G.

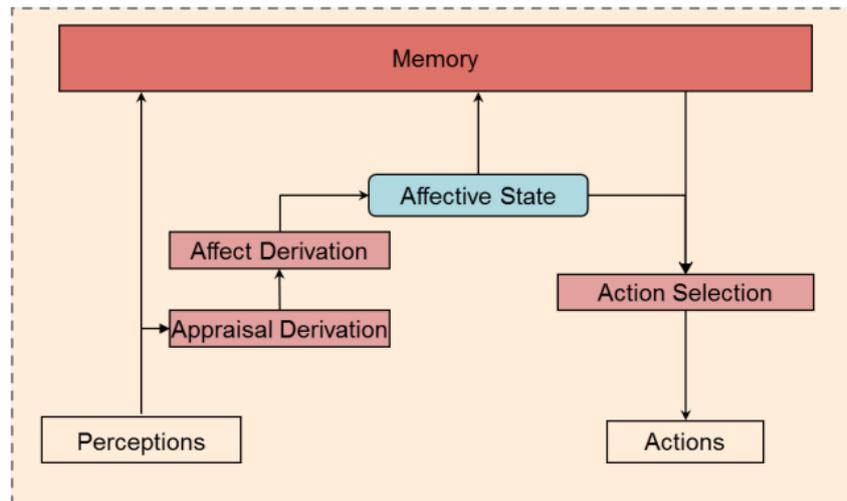


Figure 9 : Architecture simplifiée du cœur de FATiMA

*L'appraisal derivation* va regrouper les modules en charge de l'évaluation des événements par l'agent. C'est ici que les valeurs de différentes variables *d'appraisal* seront déterminées (ex : Desirability, Praiseworthiness, etc... dans le cas d'OCC). Les modules présents dans *l'affect derivation* vont ensuite récupérer ces variables et leur valeur afin de calculer et de générer l'état affectif qui en résulte (à la fois les émotions et l'humeur de l'agent). Enfin, les modules de *l'action selection* se baseront sur cet état affectif et sur la mémoire de l'agent pour choisir la ou les actions à effectuer en conséquence. Pour chacune de ces étapes, des modules peuvent être ajoutés ou retirés pour obtenir les résultats désirés. Mais avant de rentrer plus en avant dans les détails concernant ces modules, il est nécessaire de comprendre comment créer un scénario.

**Les fichiers de configuration.** Comme pour Alma, le concepteur d'agent devra au préalable définir des fichiers xml relatifs aux scénarios envisagés.

La première étape consiste donc en la création d'un fichier décrivant chacun de ces scénarios. Comme au théâtre, chaque "acte" sera associé à un lieu et un moment précis dans le temps (dans la cuisine, mercredi matin par exemple). La liste des objets présents sur la scène et des interactions possibles sera également dressée. Enfin, chaque agent présent se verra associé des caractéristiques initiales sous la forme de prédicats (e.g. l'agent A sera assis sur une chaise, à côté du plan de travail, avec une pomme dans la main).

Une fois cette étape terminée, le concepteur devra se consacrer à la définition des agents. Chacun d'entre eux se verra ainsi attribué un fichier xml, relatant sa personnalité. Y seront consignées les 22 émotions OCC avec leur seuil et valeur de decay correspondant, les buts de l'agent avec l'importance

accordée à leurs succès ou échecs, les *actions tendencielles* telles que définies par Frijda, les *drives* de l'agent ainsi que ses relations avec les autres agents. C'est également dans ce fichier que les règles permettant de lier des événements avec des variables d'*appraisal* devront être stipulées (ex : l'évènement "gagner à la loterie" sera associé à une *desirability* élevée). Afin de mieux comprendre ce processus essentiel dans la conception du scénario, un exemple est présent en annexe G.

Une fois le décor planté et les protagonistes cernés, il reste encore à écrire la liste des actions mais également des buts disponibles dans le scénario. S'ils sont décrits dans deux fichiers distincts, la structure des buts et actions présentent des similitudes. On trouve ainsi des préconditions nécessaires à l'activation d'un but ou à l'accomplissement d'une action, mais également la description des effets sur les drives de l'agent ou sur l'état du monde (Si l'agent A mange une pomme, son *drive energy* va augmenter, et la pomme aura disparue). La différence notable concerne les buts, pour lesquels des conditions de succès et d'échec seront précisées. Si dans le premier cas, l'ensemble des conditions devra être vérifié pour que le but réussisse (ET logique), il suffira que l'une des conditions d'échec se réalise pour que le but échoue (OU logique).

Il est enfin possible de définir de manière optionnelle des fichiers décrivant les diverses cultures attribuées aux agents. Outre leurs valeurs de collectivisme et de hiérarchisation (sur une échelle de 0 à 100), les cultures seront représentées par certains symboles (e.g. une courbette représentant un salut respectueux), buts, et rituels bien précis.

Outre ces fichiers xml, le concepteur devra également définir de multiples fichiers textes. Chacun des objets utilisables dans le scénario devront ainsi être décrits dans des fichiers séparés. Ceux-ci listeront les propriétés des objets en question, qui pourront par la suite être utilisés en tant que préconditions de buts ou d'actions. Un autre fichier, semblable à ces derniers, décrira les caractéristiques initiales de l'utilisateur. Enfin, un dernier fichier listera les différentes actions que l'utilisateur pourra sélectionner lors du scénario prévu, selon le trio auteur / action / cible. Des exemples de ces fichiers sont par ailleurs présentés dans l'annexe G.

### **Méthodes de calcul.**

FAtiMA s'appuie sur un noyau dur de trois modules indispensables au fonctionnement de la théorie OCC : (1) le *Reactive Component* qui va permettre de définir bon nombre de variables d'*appraisal*, (2) le *Deliberative Component* responsable des buts et des actions à entreprendre pour les réaliser et (3) l'*OCC Affect Derivation* en charge de transformer les variables des deux autres composants en émotions. Autour de ces modules viennent s'articuler divers composants optionnels, allant de la gestion de l'empathie (Rodrigues, Mascarenhas, Dias, & Paiva, 2009) à la culture (Mascarenhas, Dias, Prada, & Paiva, 2010), en passant par l'implémentation d'une *Theory of Mind*. Nous ne parlerons ici que des modules indispensables au fonctionnement de notre scénario.

Nous allons donc voir, dans un premier temps, comment faire pour transformer un événement en réaction émotionnelle, suivant les deux étapes schématisées dans la figure 10. Suite à ça, nous verrons en quoi les buts entrent en jeu, puis comment les composants 'optionnels' viennent se greffer pour ajouter différentes variables, et donc modifier le calcul et la stratégie de choix d'intention mise en place. Mais avant toute chose, il est indispensable de comprendre le fonctionnement des besoins motivationnels appelés *drives*.

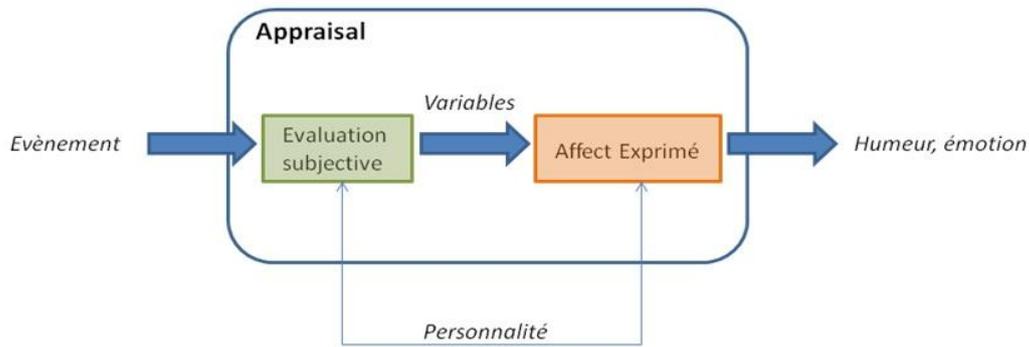


Figure 10 : Evaluation cognitive dans FATiMA

**Les drives.** Ce concept, inspiré de la théorie PSI de Dörner, représente les besoins primaires de l'agent (Bach, 2003) (Bach & Vuine, 2003). Dans FATiMA, on retrouve cinq *drives* distincts (Lim, Dias, Aylett, & Paiva, 2012), dont la valeur varie entre 0 et 10 : (1) L'*energy* représente les besoins énergétiques de l'agent. Cela peut correspondre à la faim et la soif pour un humain, ou au besoin d'énergie électrique pour un robot. (2) L'*integrity* définit l'intégrité physique de l'agent. Une blessure fera par exemple décroître la valeur du *drive*. (3) L'*affiliation* ou le besoin de tisser des liens sociaux, d'interagir avec d'autres agents (ou l'utilisateur). (4) La *competence*, capacité à effectuer des tâches, et à les réussir. Et enfin (5) la certitude qui exprime la capacité à prévoir ce qui va arriver, et à prévoir les conséquences de ses propres actions.

S'il est nécessaire de définir implicitement l'impact de chaque action sur les *drives Energy, Integrity* et *Affiliation* dans le fichier xml adéquat, les *drives Competence* et *Certitude* seront quant à eux calculés dynamiquement.

Dans le fichier xml de l'agent, les drives sont définis selon 3 caractéristiques : (1) le *decayFactor* qui représente la vitesse à laquelle va décroître le *drive*, (2) le *weight*, importance que l'agent accorde à ce *drive* et (3) l'*intensity*, valeur de départ du *drive* au moment où le scénario est lancé. En jouant sur ces valeurs, on peut ainsi simuler l'impact de la personnalité d'un agent sur ses drives, et donc sur ses choix. Par exemple, un agent A « amical » accordera une grande importance au *drive Affiliation* dont la valeur de *decay* sera également élevée. A fortiori, un agent B plutôt hostile verra son *drive Affiliation* plus légèrement pondéré, avec un *DecayFactor* plus faible. Dans le premier cas, l'agent A aura un comportement grégaire (afin d'augmenter son *Affiliation* le plus possible), tandis que l'agent B, lui, ne privilégiera pas les interactions sociales (sans les éviter pour autant).

Chaque fois qu'une action est effectuée, la valeur de chacun des drives sera calculée en fonction de l'équation 1. *Effet(a,d)* représente l'effet de l'action *a* sur le *drive d*, et *Poids(d)* représente la pondération accordée au *drive* dans le fichier xml de l'agent.

Équation 1 : Calcul de la valeur des drives après une action

$$Valeur_t(d, a) = Valeur_{t-1}(d) + (Effet(a, d) * Poids(d))$$

**L'évaluation subjective.** Cette étape va permettre de définir des variables d'évaluation à partir d'un évènement. Ce processus peut-être divisé en trois étapes successives (schématisées en annexe G). La première des trois étapes consiste à 'fouiller' dans la mémoire de l'agent pour voir si un évènement identique n'a pas déjà déclenché une émotion auparavant. Si tel est le cas, on reprendra alors automatiquement les mêmes variables, en fonction de la similitude inter-évènements. Cette comparaison s'effectuera selon le sujet, l'action et la cible. Par exemple, si un agent A se fait gifler par un agent B, on va regarder si un tel évènement n'est pas déjà présent dans la mémoire. Le cas échéant, et si la gifle avait provoqué de la tristesse, une nouvelle gifle de ce même agent B provoquera une tristesse identique.

La seconde étape consiste à regarder dans les fichiers XML si une réaction émotionnelle n'est pas déjà définie pour cet évènement. Le cas échéant, les variables ainsi définies seront récupérées pour effectuer le calcul. La troisième étape, va quant à elle permettre de calculer dynamiquement les variables en fonction de l'état actuel des drives. La formule utilisée est la formule suivante :

**Équation 2 : Calcul de la desirability d'un évènement**

$$Desirability(e) = \alpha \sum_d Utility(e, d)$$

Ainsi, la *Desirability* associée à un évènement *e* correspond à la somme des *Utility* de cet évènement sur chacun des 5 *drives* *d*, multipliée par une constante  $\alpha$  (importance accordée aux *drives* sur le calcul de la *Desirability*, avec  $0 < \alpha < 1$ ). Cette variable est définie dans le fichier xml de chaque agent. Chaque valeur *Utility* est obtenue en effectuant une soustraction entre la pertinence attribuée à un *drive* *d* et la pertinence attribuée à ce même *drive* après que l'évènement ait modifié sa valeur.

$$Utility(e, d) = Pertinence(d) - Pertinence(d + Effet(e))$$

La pertinence d'un *drive* correspond à la différence entre la valeur max de ce *drive* (ici 10) et sa valeur actuelle, le tout au carré.

$$Pertinence(d) = (10 - d)^2$$

Prenons l'exemple suivant pour clarifier les choses : l'agent va manger une pomme, ce qui aura pour effet d'augmenter de un son énergie. Admettons que l'état actuel de ce drive est de 9. On a alors

$$Pertinence(Energie) = (10 - 9)^2 = 1$$

$$Utility(MangerPomme, Energie) = 1$$

Si par contre, l'état actuel du drive était de 1, on aurait

$$Pertinence(Energie) = (10 - 1)^2 = 81$$

$$Utility(MangerPomme, Energie) = 81 - 64 = 17$$

On peut donc voir que plus l'état d'un *drive* est bas, plus la valeur de *Desirability* associée à l'évènement sera haute. (e.g. On a plus envie de manger une pomme quand on a très faim).

**Affect exprimé.** Une fois ces différentes variables récupérées, on va pouvoir choisir une émotion, et définir son potentiel de base (i.e. valeur d'intensité initiale sans considérer l'effet de l'humeur), en fonction de son type. Ainsi, un évènement influant sur les valeurs de *Desirability* et *DesirabilityForOthers* provoquera une émotion de type *Fortune of Other*.

Tableau 3 : Calcul du potentiel de base en fonction du type d'émotion

Type d'émotion	Potentiel de base
Well Being	Desirability
Fortune of Other	( Desirability  +  DesirabilityForOther ) / 2
Attribution	Praiseworthiness
Composées	$\log(\text{PotentielEmotion1}^2 + \text{PotentielEmotion2}^2)$
Attraction	Like

Une fois le potentiel de base calculé, en suivant le tableau 3, l'humeur (comprise en -10 et 10) va rentrer en jeu, selon le principe suivant : une mauvaise humeur va augmenter le potentiel d'une émotion négative, et faire décroître le potentiel d'une émotion positive. Dans le cas d'une bonne humeur, l'effet sera inversé. Les formules pour une émotion positive (gauche) et négative (droite) sont celles décrites dans l'équation 3.  $\alpha$  est ici une constante permettant de pondérer l'influence de l'humeur sur le potentiel de l'émotion (avec  $0 < \alpha < 1$ ).

Équation 3 : Impact de l'humeur sur le potentiel d'une émotion

$$\text{Potentiel} = \text{Potentiel} + \text{Humeur} * \alpha \quad \text{ou} \quad \text{Potentiel} = \text{Potentiel} - \text{Humeur} * \alpha$$

Il est bon de noter qu'à son tour, le potentiel va venir modifier l'humeur. En effet, une émotion positive va venir améliorer l'humeur tandis qu'une émotion négative viendra la dégrader.  $\beta$  est ici une constante permettant de pondérer l'influence d'une émotion sur l'humeur (avec  $0 < \beta < 1$ ).

Équation 4 : Impact de l'émotion sur l'humeur

$$\text{Humeur} = \text{Humeur} + \text{Potentiel} * \beta \quad \text{ou} \quad \text{Humeur} = \text{Humeur} - \text{Potentiel} * \beta$$

Une fois ce potentiel obtenu, il reste à lui soustraire le seuil associé à l'émotion qu'il doit déclencher. Ce seuil est défini dans le fichier xml d'un agent, et dépend donc de la personnalité de ce dernier. En effet, plus ce seuil est élevé, plus il est difficile de déclencher l'émotion. Le cas échéant, on peut calculer l'intensité finale de l'émotion :

$$\text{Intensité} = \text{Potentiel} - \text{Seuil}$$

Reprenons l'exemple de la pomme expliqué un peu plus haut. Prenons un agent de bonne humeur (Humeur = 4), une variable  $\alpha$  égale à 0,25 (faible influence) et un seuil pour exprimer la joie égal à 3 (relativement faible). Dans le cas où l'agent n'a pas faim (énergie = 9), on a

$$\text{Potentiel} = 1 + 4 * 0,25 = 2$$

Ce potentiel ne dépassant pas le seuil (intensité finale négative égale à -1), l'agent ne ressentira pas d'émotion de joie. Dans le cas où l'agent est affamé (energie =1), on obtient par contre :

$$Potentiel = 17 + 4 * 0,25 = 18$$

Le seuil étant dépassé, l'agent exprimera la joie, avec une intensité de 15 (18-3). L'intensité étant comprise entre 0 et 10, celle-ci sera donc ramenée à la valeur maximum.

**Buts et Intentions.** L'un des points les plus importants dans FATiMA est la gestion des buts et des désirs de l'agent. Pour cela, le modèle va s'appuyer sur la théorie PSI de Dörner qui stipule que nos intentions sont motivées par des éléments appelés *drives*. En effet, un agent pouvant faire face à plusieurs intensions simultanées, il devra mettre en place une stratégie pour organiser ses actes. Ces choix vont être, nous allons le voir, fortement influencés par ces *drives*.

En effet, l'idée est d'orienter l'agent vers les buts dont l'utilité attendue est la plus grande. Cela peut être exprimé via l'équation 5. Ici, l'utilité d'un but peut être représentée comme la somme des effets du but  $g$  sur les différents *drives*. La compétence attendue, elle, correspond à la probabilité que l'agent à de réussir le but qu'il entreprend de réaliser

Équation 5 : Calcul de l'utilité d'un but

$$UA(g) = CompétenceAttendue(g) * Utility(g) \quad avec \quad Utility(g) = \sum_d Utility(g, d)$$

$$CompétenceAttendue(g) = \frac{Compétence + GoalCompétence(g)}{2}$$

$$Compétence = \frac{\#Réussites}{\#ButsTentés} \quad et \quad GoalCompétence(g) = \frac{\#Réussites(g)}{\#Tentatives(g)}$$

La compétence représente donc le ratio global buts tentés Vs buts réussis, tandis que la *GoalCompétence* représente le même ratio rapporté au but en question. La compétence attendue d'un but représente donc la moyenne de ces deux valeurs. En effet, si l'on ne prenait en compte que la *GoalCompétence*, un échec lors de la première tentative signifierait une compétence attendue de 0, et donc un but qui ne serait plus jamais choisi par la suite.

Si les effets sur les *drives* tels qu'*Integrity*, *Affiliation* et *Energy* sont explicitement définis dans le fichier xml correspondant, ceux sur *Compétence* et *Certainty* vont être définis dynamiquement. Voyons donc comment est calculé l'effet d'un but sur la *Certainty*.

Pour cela, il va tout d'abord falloir connaître la valeur d'incertitude accordée à un but.

$$Incertitude_t(g) = \alpha * ObservedError_t(g) + (1 - \alpha) * Incertitude_{t-1}(g)$$

La constante  $\alpha$  correspond à la vitesse selon laquelle les observations perdent leur importance, *ObservedError(g)* correspondant à la différence entre la probabilité de réussite d'un but (*GoalCompétence(g)*), et le résultat réel du but (1 en cas de succès, 0 en cas d'échec). On a donc en cas d'échec :

$$ObservedError_t(g) = GoalCompetence(g)$$

Et en cas de réussite :

$$ObservedError_t(g) = 1 - GoalCompetence(g)$$

L'effet d'un but sur la Certainty d'un agent sera donc calculé en fonction de l'évolution de l'incertitude accordée à un but :

$$Effet(g, certainty) = Incertitude_t(g) - Incertitude_{t+1}(g)$$

Ainsi, réduire cette incertitude améliorera le drive *Certainty* de l'agent. Par contre, une augmentation de l'*ObservedError(g)* signifiera que les conséquences du but en question sont encore moins prévisibles. Plus un but est associé à une valeur d'incertitude élevée, plus il sera facile pour l'agent de diminuer cette valeur, et donc d'augmenter sa *Certainty*. Cela va pousser les agents à sortir des sentiers battus, et à tester des choses qu'ils ne maîtrisent pas encore totalement. Plus un but aura une valeur d'incertitude faible, moins il sera intéressant pour l'agent de l'effectuer, l'effet sur le drive certitude en cas de réussite étant alors quasiment nul.

Concernant le drive *Competence*, l'effet d'un but dépend uniquement de la probabilité de réussite qui lui est associée, comme en témoigne l'équation-ci dessous. Ainsi, un agent dont la valeur de *Competence* est basse évitera de prendre des risques et privilégiera les buts pour lesquels la probabilité de réussite est élevée. Au contraire, un agent avec une *Competence* élevée aura tendance à prendre plus de risques, et à tenter des buts pour lesquels la probabilité de réussite n'est pas forcément élevée.

$$Effet(g, competence) = k * P(g) - k * (1 - P(g))$$

La combinaison de ces deux drives, en jouant sur leurs paramètres, permet donc de définir un agent au caractère aventureux ou non. Par exemple, pour concevoir un agent ayant un comportement aventureux, une valeur élevée doit être associée à ces deux drives.

**Decay d'une émotion.** Dès lors qu'une émotion est déclenchée, l'intensité de cette dernière ne pourra bien évidemment pas rester stable, et va donc décroître avec le temps (Dias & Paiva, 2005). De la même manière que les émotions, l'humeur de l'agent va elle aussi décroître, mais de manière moins rapide que pour les émotions. On considère en effet que l'humeur est moins volatile que les émotions, et qu'elle mettra donc plus de temps avant de retourner à la neutralité (Oatley, 1994).

Dans FATiMA, les formules permettant de modéliser cette décroissance sont les mêmes. Seule la valeur de *decay* va changer :

**Équation 6 : Calcul du decay dans FATiMA**

$$Intensité_{t1} = Intensité_{t0} * e^{(-Decay * (t1-t0))}$$

Pour l'humeur, la valeur de *decay* est fixe, et sera donc la même pour tous les agents. Pour ce qui est des émotions, par contre, la valeur dépendra de l'agent, mais également de l'émotion en question. On peut ainsi avoir un agent A, pour lequel la joie va décroître très rapidement, tandis que sa colère

perdurera plus longtemps, et un agent B, qui aura le comportement inverse. Parallèlement à l'état affectif de l'agent, ses *drives* vont eux aussi s'altérer avec le temps. C'est d'ailleurs cette altération qui va indirectement jouer un rôle dans le choix des intentions de l'agent. Là encore, la formule est identique à celle utilisée pour les émotions, et la valeur de *decay* dépend de l'agent et du *drive* en question.

**Relations sociales.** Dans FATiMA, les relations sociales vont être caractérisées par deux variables distinctes, dont les valeurs sont comprises entre -10 et 10. La variable *Like* correspond au degré d'attraction (appréciation) entre un agent A et un agent B. Ainsi,  $Like(B) = 8$  veut dire que l'agent A apprécie beaucoup l'agent B, alors que  $Like(B) = -9$  veut dire que l'agent A déteste l'agent B. Cette relation n'étant pas réciproque (Le fait que A apprécie B n'implique pas que B apprécie A), l'agent A utilisera la *Theory of Mind*, et notamment son modèle de B pour évaluer, selon lui, la valeur  $Like(A)$  de l'agent B. La variable *Power* représente le rang social d'un agent. Elle est principalement liée au module culturel, qui ne sera pas présenté dans ce document.

Ici, la dynamique des relations sociales va suivre la théorie d'équilibre de Heider (Heider, 1958), qui peut être résumée par la figure 11 :

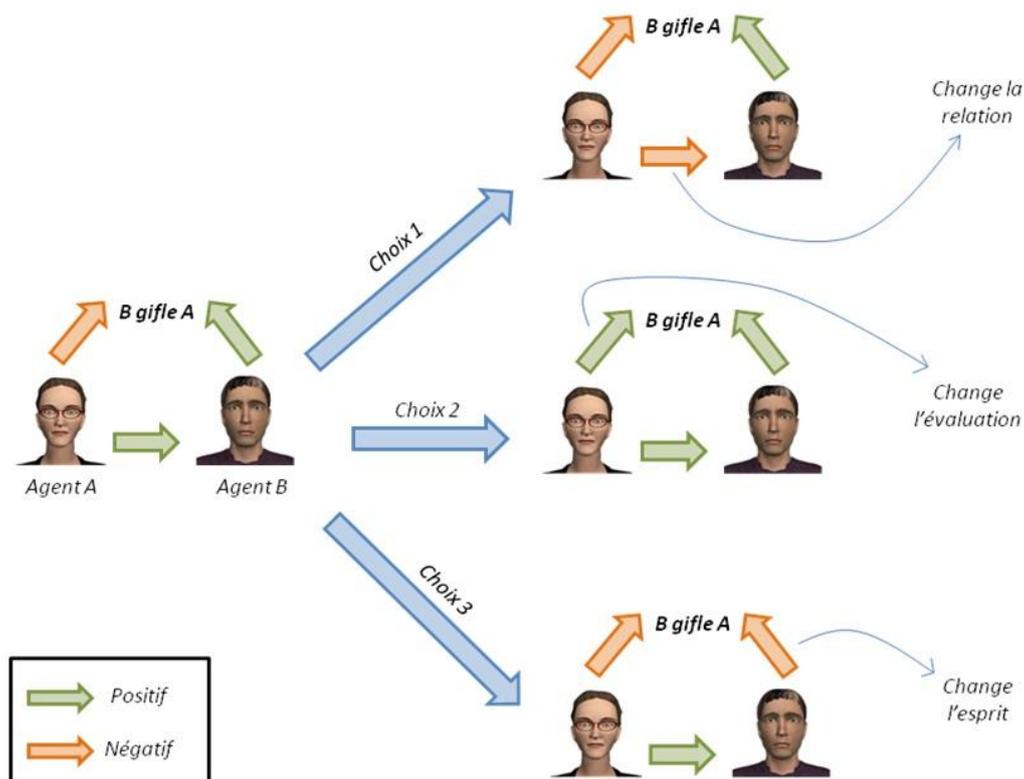


Figure 11 : Théorie de l'équilibre de Heider

.Prenons donc l'exemple suivant : Soit deux agents A et B, l'agent A apprécie l'agent B, et ce dernier donne une gifle à A (ici, B a bien l'intention de gifler A, donc B apprécie le fait de gifler A) qui n'apprécie pas cela. Cette situation est représentée à gauche, sur le schéma.

La situation est perçue comme déséquilibrée (Unbalanced) par l'agent A, qui va devoir réagir pour obtenir un état d'équilibre. 3 stratégies s'offrent à lui : (1) Changer la relation, A n'appréciant alors plus autant B qu'avant, (2) changer l'évaluation, A appréciant finalement le fait de recevoir une gifle et (3) changer l'esprit, A poussant B à ne plus apprécier le fait qu'il l'ait giflé.

Dans FATiMA, seuls les deux premiers choix sont envisagés, et cela va se passer de la manière suivante. Dans un premier temps, l'agent va essayer de changer son évaluation de l'évènement (choix 2 sur le schéma). Ainsi, la valeur de la relation d'appréciation entre A et B va venir pondérer le calcul de l'intensité de l'émotion. Par exemple, ici, A aimant bien B ( $Like(B) > 0$ ), l'émotion de tristesse déclenchée par la gifle sera amoindrie. Si cette pondération ne s'avère pas suffisante, et que l'évènement est toujours perçu comme négatif, l'agent A va alors changer sa relation d'appréciation. Le calcul est représenté par l'équation 7 (dans le cas d'une dégradation de relation). L'agent A percevant toujours ici le fait de recevoir une gifle comme un évènement non désirable, sa relation d'appréciation envers B va décroître. A appréciera donc un peu moins B qu'auparavant.

Équation 7: Calcul de la dégradation d'une relation sociale

$$Like(B)_t = Like(B)_{t-1} - \frac{Intensité(e)}{5}$$

**Atouts et Limites.** L'avantage indéniable de FATiMA est la complexité des processus mis en œuvre dans l'évaluation cognitive d'un évènement. Sa gestion des buts et des intentions couplée à la notion de drives accorde à l'agent un côté moins « figé », et donc plus de crédibilité. La diversité des modules complémentaires dont dispose le modèle permet en outre de prendre en compte des aspects tels que la culture ou l'empathie. De plus, sa modularité permet de tester diverses situations.

Mais FATiMA a cependant quelques défauts. Le premier d'entre eux concerne la multitude de fichiers à gérer pour le concepteur d'agents. La nécessité de décrire chaque but et chaque action rend la création d'un scénario relativement fastidieuse. Les traits de personnalité sont également gérés de manière peu explicite, à l'inverse d'ALMA. La relation entre les théories issues de la littérature et les drives n'est par ailleurs pas clairement définie.

### IV.3) Synthèse des deux modèles

Nous venons donc de voir en détail le fonctionnement de ces deux modèles computationnels d'émotion et leurs caractéristiques. Bien qu'ils soient, au final, relativement différents, ils comportent tout de même des similitudes. Nous allons donc, dans un premier temps, comparer ce qui est comparable, afin d'avoir une vision globale des avantages de chacun des deux modèles.

**Théorie d'appraisal.** Bien que les deux modèles se basent sur la théorie OCC pour l'évaluation cognitive des évènements, il existe de nombreuses différences : (1) Alma gère la totalité des émotions décrites par OCC, là où FATiMA n'en gère que 22. Dans Fatima, la notion d'*appealingness*,

liée à l'aspect des objets, disparaît, et les deux émotions *Liking* et *Disliking* disparaissent avec elle. (2) La représentation des affects se fait de manière discrète dans FATiMA, mais de manière continue dans Alma, sur un axe tridimensionnel (bien qu'au final il n'y ait que 24 émotions possibles). (3) La notion de *Threshold* n'apparaît pas dans Alma. Quelque soit l'évènement et son intensité, une émotion sera déclenchée chez l'agent. Le *decay*, par contre, y est géré de manière plus fine. (4) Si FATiMA offre la possibilité de changer de théorie, Alma ne le permet pas.

**Personnalité.** La encore, le modèle OCEAN est implémenté des deux côtés. Si cela se fait de manière explicite dans Alma, où l'auteur doit clairement définir la valeur de chaque trait sur une échelle allant de 0 à 5, il n'en est pas de même pour FATiMA. La personnalité sera là définie de manière implicite dans différentes variables, allant de l'importance accordée à chacun des *drives* à la valeur de *threshold* et de *decay* des émotions. La stratégie de *mapping* pouvant être utilisée pour rapprocher chaque trait du *Big Five* avec les *drives* d'un agent est décrite dans l'article de (Nazir, Enz, Lim, Aylett, & Cawsey, 2009).

**Calcul d'émotion.** Concernant le calcul des émotions, l'humeur va venir pondérer l'intensité de l'émotion dans les deux cas. Une mauvaise humeur intensifiera les émotions négatives et inversement. Hormis ce point là, les différences sont flagrantes. (1) Dans FATiMA, la culture vient jouer un rôle important, en modifiant la valeur de *praiseworthiness* d'un évènement. (2) Le degré d'appréciation entre deux agents va venir pondérer l'intensité de l'émotion. Une action négative réalisée par quelqu'un que l'on apprécie verra par exemple son intensité diminuer. (3) La mémoire peut également rentrer en compte : Deux évènements identiques se verront attribuer la même émotion.

**Buts et Intentions.** Le constat est ici sans appel puisqu'une telle notion n'existe tout simplement pas dans Alma. FATiMA va par contre gérer les choix à l'aide des *drives*, qui viendront décider de l'importance ou non d'effectuer un but : l'agent aura donc tendance à choisir les buts lui permettant de satisfaire ses besoins, ces derniers pouvant être pondérés implicitement en fonction de la personnalité de l'agent. Un agent amical accordera plus d'importance à son *drive d'affiliation*, et privilégiera donc les buts dont l'effet sur ce *drive* sera optimal.

**Architecture et améliorations.** Au final, nous allons donc intégrer FATiMA à l'agent conversationnel GRETA en y apportant des modifications issues d'ALMA, notamment pour la personnification que nous verrons dans le chapitre suivant. Cette intégration passera par la plateforme SEMAINE qui permettra aux différents composants de communiquer entre eux à l'aide de ports TCP/IP.

Parmi les autres améliorations à effectuer, il faudra pouvoir modifier l'humeur par défaut de l'agent en fonction de sa personnalité. Cette humeur devra également pouvoir servir de précondition à la réalisation de buts, afin de modéliser son impact sur les décisions de l'agent. Un effort particulier devra aussi être fait sur l'expression faciale de l'agent. Celle-ci devrait en effet dépendre de l'intensité de l'émotion ressentie : une grande joie déclenchera un grand sourire tandis qu'un léger rictus viendra couronner une joie de faible intensité. Ainsi, l'utilisateur devrait avoir un retour visuel direct sur l'impact de l'action qu'il vient de réaliser sur l'agent.

# V) Personnification d'agent virtuel

---

Maintenant que nous connaissons en détail le fonctionnement de notre architecture, la prochaine étape va être de personnifier nos agents. Dans un premier temps, nous allons donc nous aider des travaux de Gebhard (Gebhard, 2005) pour définir un certain nombre d'attitudes, correspondant à un panel de personnalités bien distinctes. Une fois ces attitudes définies, nous étudierons les méthodes de calcul utilisées pour modéliser leur impact sur l'humeur et les émotions de l'agent en nous servant des méthodes définies par Lim et al. (Lim, Dias, Aylett, & Paiva, 2012). Enfin, nous nous appuyerons sur un article de Bach (Bach, 2012) pour comprendre l'influence de ces attitudes sur les drives.

## V.1) Définition des attitudes

Nous avons vu dans la partie II.1 de ce document que la personnalité pouvait être définie selon trois ou cinq traits. Nous avons également vu que l'un des buts de la personnification était de faciliter la distinction entre les différentes attitudes. La difficulté est donc de savoir faire un compromis entre le nombre de personnalités disponibles et le caractère stéréotypé de chacun d'eux. Pour ce faire, je me suis appuyé sur les travaux de Patrick Gebhard (Gebhard, 2005).

Comme expliqué dans la partie IV.1, l'axe PAD utilisé dans ALMA permet de délimiter huit *Mood Octant* décrits dans l'annexe F. Pour définir les attitudes à utiliser la par la suite, j'ai donc utilisé l'interface d'ALMA présentée en annexe F. Pour chaque attitude, j'ai ainsi noté les valeurs des traits du BigFive associées au point au centre de l'octant correspondant. Les valeurs des traits dans ALMA étant comprises entre -1 et 1, j'ai utilisé le mappage schématisé dans la figure 12 afin d'obtenir le tableau 4.

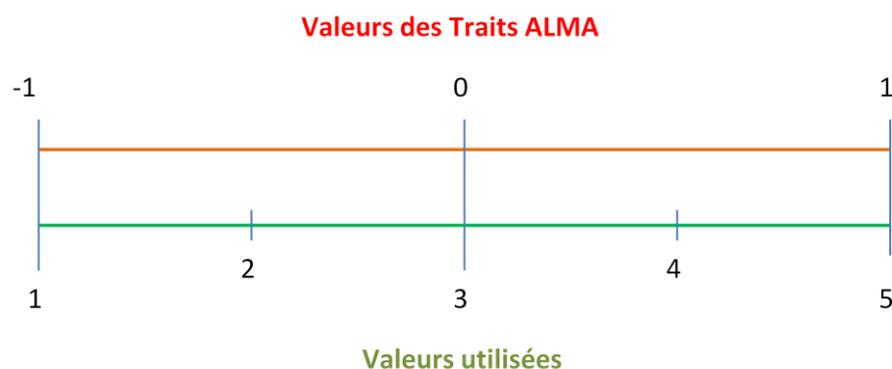


Figure 12 : Mappage valeurs des traits ALMA / valeurs utilisées

Il est intéressant de noter que le trait neuroticism fait ici référence à la stabilité émotionnelle. On observe en effet que les agents relaxés et dociles présentent une valeur de neuroticism élevée, là où un agent anxieux aura la valeur minimale.

Tableau 4 : Correspondance attitude / axe PAD / traits du Big Five

	<b>P</b>	<b>A</b>	<b>D</b>	<b>O</b>	<b>C</b>	<b>E</b>	<b>A</b>	<b>N</b>
Anxieux	-0,5	0,49	-0,5	2,8	3	1,2	2,6	1
Dédaigneux	-0,49	-0,49	0,5	1,2	5	3,8	1	3,2
Dépendant	0,49	0,5	-0,5	4,2	1,2	2,4	5	2,6
Docile	0,5	-0,49	-0,5	1,6	2,8	2,6	4,2	5
Ennuyé	-0,51	-0,5	-0,5	1	4,8	1	1,8	3,6
Exubérant	0,49	0,5	0,51	4,2	2,4	5	4,2	2,2
Hostile	-0,5	0,48	0,5	5	3	3,2	1,8	1,2
Relaxé	0,5	-0,49	0,5	3,2	3	4,8	3,4	5

## V.2) Impact sur l'humeur et sur les émotions

Une fois les huit attitudes définies, la prochaine étape est de modéliser leur impact sur les émotions de l'agent. Pour ce faire, il est une nouvelle fois indispensable de se référer à l'article de Gebhard (Gebhard, 2005) qui liste, pour les 22 émotions d'OCC, leur position sur l'axe PAD. Connaissant également les représentations des attitudes sur ces mêmes axes, il est alors possible de connaître la distance séparant ces deux points. Cette distance peut alors être mappée à la valeur de treshold de l'émotion suivant l'équation 8. Ainsi, plus une émotion est éloignée du point représentant l'attitude de l'agent, plus ce dernier aura de difficulté à ressentir cette émotion, ce qui se traduit par un treshold élevé. Le calcul du decay suit la même règle, comme l'indique le tableau 5.

Équation 8 : Calcul du treshold d'une émotion

$$Treshold(e) = \frac{\sqrt{(x_e - x_a)^2 + (y_e - y_a)^2 + (z_e - z_a)^2}}{2.59} * 10$$

L'humeur par défaut de l'agent, quant à elle, sera calculée à partir de la valence et de l'arousal de l'attitude correspondante. L'algorithme est présenté dans la figure 13 et le code en annexe G.

Figure 13 : Calcul de l'humeur de l'agent

Si  $Pleasure(a) > 0$  Alors

    Si  $Arousal(a) > 0$  Alors  $Pleasure(a) * 10$

    Sinon  $Mood(a) = Pleasure(a) * 10 + Arousal(a) * 5$

Sinon

    Si  $Arousal(a) > 0$  Alors  $Mood(a) = Pleasure(a) * 10 + Arousal(a) * 5$

    Sinon  $Mood(a) = Pleasure(a) * 10$

<b>Attitude</b>	<b>Humeur</b>
Anxieux	-5
Dédaigneux	-2,45
Dépendant	4,9
Docile	2,55
Ennuyé	-2,6
Exubérant	4,9
Hostile	-5
Relaxé	2,55

Tableau 5 : Correspondance Attitudes / Emotions

				Anxieux	Dédaigneux	Dépendant	Docile	Ennuyé	Exubérant	Hostile	Relaxé
Pleasure	Arousal	Dominance	Emotion	Treshold et Decay							
-0,3	0,1	-0,4	Disappointment	1,7	4,2	3,4	3,9	2,5	4,9	3,9	5,2
-0,64	0,6	-0,43	Fear	0,7	5,6	4,4	6,1	4,3	5,7	3,7	7,1
-0,3	0,1	-0,6	Remorse	1,7	4,9	3,4	3,9	2,5	5,5	4,6	5,7
-0,3	0,1	-0,6	Shame	1,7	4,9	3,4	3,9	2,5	5,5	4,6	5,7
-0,3	-0,1	0,4	Reproach	4,2	1,7	5,2	4,9	3,9	3,9	2,4	3,5
0,5	0,3	-0,2	Admiration	4,1	5,6	1,4	3,3	5,1	2,9	4,7	4,1
0,4	0,2	-0,3	Gratitude	3,7	5,3	1,4	2,8	4,5	3,4	4,8	4,1
0,2	0,2	-0,1	Hope	3,3	4,4	2,2	3,3	4,1	2,9	3,7	3,7
0,4	0,16	-0,24	Liking	3,8	5,1	1,7	2,7	4,4	3,2	4,7	3,8
0,3	-0,3	-0,1	Gloating	4,6	3,9	3,5	1,9	3,6	3,9	4,9	2,5
-0,4	-0,2	-0,5	Distress	2,7	4,1	4,4	3,7	1,2	5,9	4,7	5,3
-0,5	-0,3	-0,7	FearsConfirmed	3,1	4,7	5	4	1,1	6,8	5,5	6,1
-0,4	-0,2	-0,5	Pity	2,7	4,1	4,4	3,7	1,2	5,9	4,7	5,3
-0,2	-0,3	-0,2	Resentment	3,5	3	4,2	3	1,9	4,9	4,2	3,9
0,6	0,5	0,4	Gratification	5,5	5,7	3,5	5,2	6,7	0,6	4,2	3,9
0,4	0,2	0,2	HappyFor	4,6	4,5	3	3,8	5,2	1,7	3,8	2,9
0,4	0,2	0,1	Joy	4,3	4,6	2,6	3,6	5	2	3,9	3,1
0,3	0,1	0,2	Love	4,4	4	3,2	3,6	4,7	2,1	3,6	2,7
0,4	0,3	0,3	Pride	4,7	4,7	3,2	4,4	5,6	1,2	3,6	3,2
-0,51	0,59	0,25	Anger	2,9	4,3	4,8	6,4	5,1	4	1	5,8
-0,4	0,2	0,1	Disliking	2,6	3,1	4,3	4,9	3,6	3,9	1,9	4,6
-0,6	0,6	0,3	Hate	3,1	4,3	5,3	6,7	5,3	4,3	1	6
0,2	-0,3	0,4	Relief	5,4	2,8	4,8	3,7	4,5	3,3	4,1	1,4
0,3	-0,2	0,4	Satisfaction	5,4	3,3	4,5	3,7	4,8	2,8	4,1	1,4

### V.3) Impact sur les drives

Dans FATiMA, les *drives* jouent un rôle très important dans le choix des buts de l'agent, et donc dans sa prise de décision. Il est donc indispensable de modéliser l'impact de la personnalité sur ces drives. Pour ce faire, je me suis dans un premier temps appuyé sur les travaux de Bach (Bach, 2012). Cet article décrit en effet avec précision l'influence de chacun des traits du Big Five sur trois des cinq drives utilisés dans MicroPsi (et donc dans FATiMA). Il est en effet délicat de considérer que la personnalité puisse avoir une influence sur les besoins d'énergie et d'intégrité.

La partie gauche du tableau 6 représente donc l'impact de chacun des traits du *Big Five* sur le decay des drives. Un + sur fond vert indique que le trait a un impact important tandis qu'un – sur fond rouge implique un moindre impact. L'absence de sigle signifie que le trait en question n'a aucune influence. Par exemple, le trait *Conscientiousness* a un fort impact sur le drive *Competence*, un faible impact sur la *Certainty* mais aucun impact sur l'*Affiliation*. Le tableau de droite reprend cette signalétique pour désigner l'influence de ces mêmes traits sur le poids qu'accorde l'agent à ses drives.

Tableau 6 : Impact de la personnalité sur le decay (gauche) et le poids (droite) des drives

	<i>Affil</i>	<i>Compet</i>	<i>Certain</i>
Openness		+	+
Conscientiousness		+	-
Extraversion	+		
Agreeableness	+		
Nevrotism		+	+

	<i>Affil</i>	<i>Compet</i>	<i>Certain</i>
Openness		+	-
Conscientiousness		+	+
Extraversion	+	+	
Agreeableness	-	-	-

Il reste encore après cela à définir une méthode de calcul permettant de mapper les valeurs des traits du Big Five définies dans le tableau 4 avec les drives. Des récents articles de Lim et al. définissent une méthode pour réaliser ce mappage (Lim, Dias, Aylett, & Paiva, 2012) (Nazir, Enz, Lim, Aylett, & Cawsey, 2009) présentée sur la figure 14. Cette méthode présente cependant plusieurs défauts. D'une part, les règles permettant de définir l'influence des traits de personnalité ne sont pas clairement définies ; d'autre part, la règle utilisée pour les traits ayant un faible impact semble aller à l'encontre de l'effet recherché. En effet, plus la valeur de l'un de ces traits est élevée, moins son impact sur les drives sera visible.

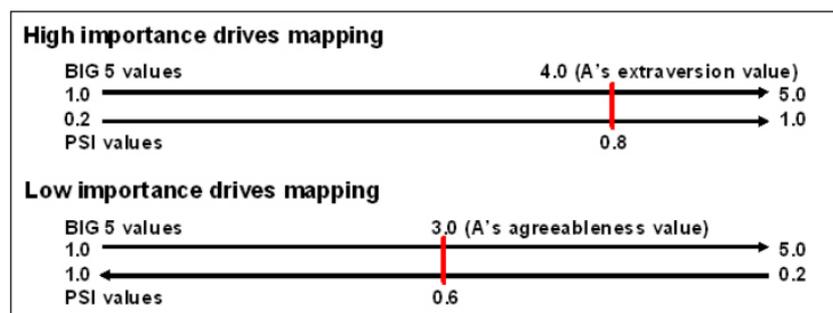


Figure 14 : Mapping Big Five / drives (Lim et al.)

Une autre méthode de calcul a donc été envisagée, prenant en compte les exigences de FATiMA ; le poids des drives doit en effet être compris entre 0 et 1 tandis que le decay et la valeur par défaut seront entre 1 et 10. La valeur minimale par défaut ne peut par ailleurs pas descendre au-delà de 2.5 selon les seuils d'urgence définis par Lim et al (Lim, Dias, Aylett, & Paiva, 2012). Cela a donné naissance à l'équation 9 pour laquelle  $ImpHaut(t_h, d)$  représente l'impact élevé du trait  $t_h$  sur le drive  $d$  et  $ImpBas(t_b, d)$  l'impact faible du trait  $t_b$  sur ce même drive.

Équation 9 : Calcul des valeurs des drives en fonction des traits du Big Five

$$ImpHaut(t_h, d) = \frac{t}{5} \quad \text{et} \quad ImpBas(t_b, d) = \frac{t}{10}$$

$$poids(d) = \frac{\sum ImpHaut(t_h, d) + \sum ImpBas(t_b, d)}{n}$$

$$decay(d) = \frac{\sum ImpHaut(t_h, d) + \sum ImpBas(t_b, d)}{n} * 10$$

$$default(d) = 1 - poids(d) * 10$$

Si l'on prend l'exemple du decay du drive *Certainty* pour un agent anxieux, on a donc :

$$\left. \begin{array}{l} ImpHaut(Openness, Certainty) = 2.8/5 \\ ImpBas(Conscientiousness, Certainty) = 3/10 \\ ImpHaut(Nevrotism, Certainty) = 1/5 \end{array} \right\} Decay(Certainty) = ((0.56 + 0.3 + 0.2) * 10) / 3 = \underline{\underline{3.5}}$$

Le tableau 7 nous donne donc un aperçu des valeurs des trois drives Affiliation, Compétence et Certitude pour chacune des huit attitudes définies auparavant. Ces drives, couplés à l'utilisation d'un drive étalon tel qu'integrity permettront alors la distinction entre un agent exubérant et un agent docile.

Tableau 7 : Correspondance attitude / drives

	Affiliation			Compétence			Certitude		
	Weight	Decay	Default	Weight	Decay	Default	Weight	Decay	Default
Anxieux	0,31	3,8	6,9	0,52	4,5	4,8	0,48	3,5	5,2
Dédaigneux	0,54	4,8	4,6	0,66	6,3	3,4	0,51	4,6	4,9
Dépendant	0,61	7,4	3,9	0,64	5,3	3,6	0,48	4,9	5,2
Docile	0,59	6,8	4,1	0,57	6,3	4,3	0,48	5,3	5,2
Ennuyé	0,24	2,8	7,6	0,48	6,3	5,2	0,52	4,7	4,8
Exubérant	0,89	9,2	2,6	0,86	5,9	2,6	0,55	5,1	4,5
Hostile	0,51	5	4,9	0,76	6,1	2,6	0,53	5,1	4,7
Relaxé	0,81	8,2	2,6	0,79	7,5	2,6	0,53	6,5	4,7

## VI) Scénario de test

---

Une fois l'architecture mise en place et la personnalisation d'agent effectué, il reste à tester le tout sur un scénario permettant de distinguer les différentes attitudes. La dernière partie de ce document présente donc, tout d'abord, le contexte du scénario. Nous verrons donc comment s'enchaînent les différentes phases de dialogue et quels sont les choix donnés à l'utilisateur. Dans un second temps, nous étudierons les quatre cas d'utilisation proposés pour les tests et les résultats prévisionnels attendus. Enfin, pour conclure, nous comparerons les résultats obtenus avec nos prévisions.

### VI.1) Contexte du scénario

Afin de tester notre architecture, un scénario précis a été mis en place, inspiré des travaux de Gebhard (Gebhard, Klesen, & Rist, 2004). Il s'agit ici d'un scénario mettant en scène un vendeur de voiture joué par l'agent virtuel personnalisé et son client, l'utilisateur. Le concessionnaire possède deux modèles de voiture, avec des prix différents. Le but de l'utilisateur est d'obtenir la meilleure voiture, et de l'acheter au prix le plus bas possible, sachant qu'il a la possibilité d'obtenir jusqu'à 20% de réduction. Les prix en fonction de la voiture proposée et de la réduction accordée apparaissent dans le tableau 8.

Tableau 8 : Prix de la voiture en fonction du modèle et de la réduction

Voiture proposée	Réduction accordée		
	0%	-10%	-20%
<i>Haut de Gamme Prix fort</i>	11000	9900	8800
<i>Haut de Gamme Prix faible</i>	10000	9000	8000
<i>Bas de Gamme Prix fort</i>	8000	7200	6400
<i>Bas de Gamme Prix faible</i>	7000	6300	5600

Le scénario est découpé en trois phases distinctes, expliquées en détail dans l'annexe H : (1) Une phase d'introduction au cours de laquelle l'utilisateur se présentera et se verra proposer l'une des deux gammes de voiture, (2) Une phase de discussion durant laquelle l'utilisateur pourra demander à changer de gamme de voiture et (3) une phase de négociation qui permettra à l'utilisateur de tirer les prix vers le bas. A certains moments, l'utilisateur se verra offrir la possibilité de quitter la conversation, mettant ainsi fin au scénario s'il le désire.

Chacune des phases précédemment citées comporte plusieurs dialogues, qui se déroulent selon un schéma précis. L'utilisateur a en effet à sa disposition deux possibilités de dialogue : la première polie et la seconde plus hostile. Cette action déclenchera une émotion particulière chez l'agent, qui viendra modifier son humeur. L'agent aura alors le choix entre plusieurs réponses en fonction de son

humeur et de ses drives. Une humeur négative induira une réponse hostile tandis qu'une humeur positive pourra engendrer une réponse polie, voire même enthousiaste.

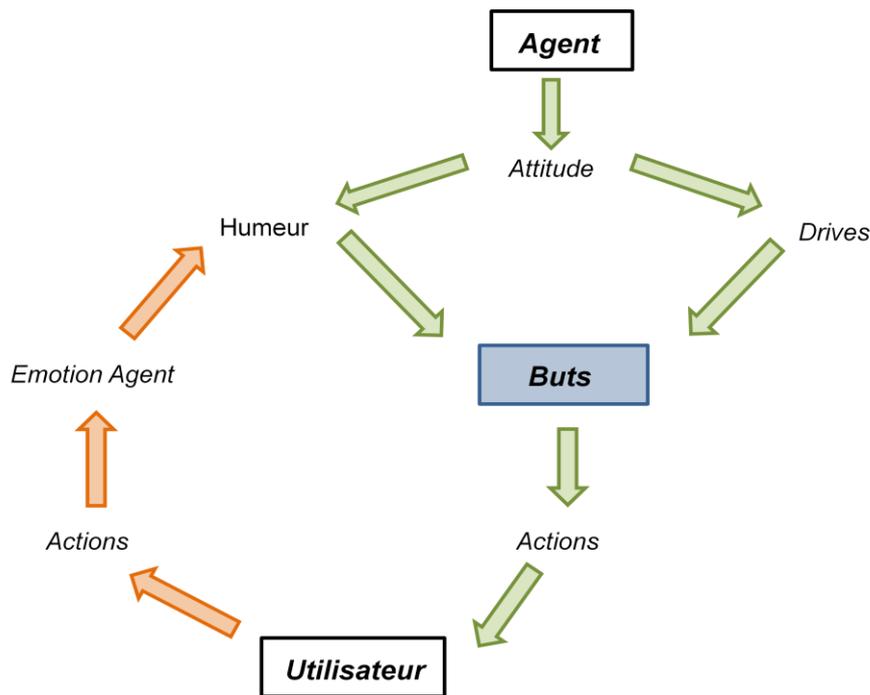


Figure 15 : Déroulement du scénario

Afin de parcourir ce scénario et de vérifier l'impact de la personnalité de l'agent sur ses décisions, trois cas d'utilisation ont été définis. Chacun de ces cas définit l'enchaînement des actions réalisées par l'utilisateur du début à la fin du scénario. Cela nous permettra de comparer les réactions de l'agent mais également le résultat obtenu concernant la voiture et son prix.

**Cas d'utilisation n°1 : Le client agréable.** Le premier cas d'utilisation confronte un utilisateur poli à un agent hostile. Ici, l'utilisateur n'a pas d'autre choix que de sélectionner les actions polies, quelles que soient les réponses de l'agent. Ce dernier étant hostile, l'utilisateur doit s'attendre à être un peu malmené dans la première phase du scénario et à se voir proposer une voiture bas de gamme. Il devrait néanmoins avoir la possibilité de changer de gamme s'il le désire, mais surtout d'en négocier le prix. Au terme du scénario, l'utilisateur devrait faire face à un vendeur conciliant et bien plus agréable qu'au début.

Conclusion envisagée : L'utilisateur achète une voiture bas de gamme mais à un prix défiant toute concurrence (Prix final : 5600€).

**Cas d'utilisation n°2 : Le client soupe au lait.** Dans ce second cas d'utilisation, les rôles sont inversés. Cette fois-ci, l'agent sera de nature exubérante et devra faire face à un client au caractère exécrable. L'utilisateur devra donc toujours choisir les actions hostiles, mais devrait s'attendre à des réponses polies en retour. Après s'être vu proposé une voiture haut de gamme et avoir accepté, l'atmosphère devrait néanmoins rapidement se dégrader. Après s'être vu refuser plusieurs fois le moindre rabais,

L'utilisateur peut choisir de partir sans rien acheter, ou choisira d'acquérir son nouveau bolide au prix fort. Au terme du scénario, le vendeur devrait avoir systématiquement refusé toute négociation, et devrait se comporter de manière aussi désagréable que son client.

Conclusion envisagée : L'utilisateur part en claquant la porte ou achète une voiture haut de gamme sans aucune réduction (Prix final : 11.000€).

**Cas d'utilisation n°3 : L'utilisateur indécis.** Pour le troisième et dernier cas, l'utilisateur ne se verra proposer aucune contrainte, et choisira à sa guise entre les actions hostiles ou polies. Ce cas d'utilisation sera cependant effectué deux fois. La première fois face à un agent hostile, et la seconde face à un agent exubérant. L'utilisateur devra réaliser **exactement** les mêmes actions face aux deux agents. Le but est ici de remarquer que pour une même séquence d'actions, deux agents à la personnalité différente peuvent réagir de manière totalement opposées.

Conclusion envisagée : S'il fait face à un agent exubérant, l'utilisateur aura peut-être la chance de s'offrir une voiture haut de gamme à un prix très correct (Prix final : 9000€). S'il fait face à un agent hostile, l'utilisateur devra se contenter d'une voiture bas de gamme à un prix relativement élevé (Prix final : 7200€)

## VI.2) Résultats et Analyse

Le test présenté dans ce document correspond au cas d'utilisation n°1. L'agent est donc configuré pour être hostile mais l'utilisateur devra malgré tout rester poli avec lui. Nous allons donc tester le comportement de l'agent lors de ce scénario, en regardant précisément les émotions qu'il exprime et ses actions. Pour ce faire, nous diviserons notre étude en trois étapes, correspondant aux trois différentes phases du scénario. Pour chacune d'entre elles, nous identifierons l'état émotionnel initial et final de l'agent.

**Première phase.** L'utilisateur découvre l'agent. Au terme de cette phase, et bien que l'utilisateur agisse de manière polie, l'agent n'a toujours pas esquissé le moindre sourire, les émotions déclenchées étant de trop faible intensité. L'humeur, est toujours négative, mais se rapproche de la neutralité. En conséquence, les réactions de l'agent sont toujours hostiles, et la voiture proposée est une voiture bas de gamme.

```
User VoirVoituresPoli Abbuk
PROPERTY-CHANGED * Abbuk(Step3,User) True
PROPERTY-CHANGED * Abbuk(GammeVoiture,User) BasdeGamme
Abbuk ProposeVoitureBasdeGamme User
```

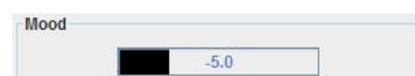


Figure 16: Première phase de scénario

**Seconde phase.** L'utilisateur tente poliment de changer de gamme de voiture. Devant le refus de l'agent, il valide son choix de voiture. L'agent esquisse alors un léger sourire, bien que sa réponse soit toujours aussi désagréable. L'utilisateur va donc acheter une voiture bas de gamme.



Figure 17 : Seconde phase du scénario

**Dernière phase.** L'humeur de l'agent devient enfin positive et ce dernier accueille les propos de l'utilisateur avec un sourire de plus en plus franc. Il accepte par ailleurs les deux demandes de réduction, rabaisant le prix de 20%. A la fin du scénario, son humeur ainsi que sa relation avec l'utilisateur sont au maximum.



Figure 18 : Dernière phase du scénario

Au final, on se rend compte que plus le scénario avance, plus les émotions ressenties sont de forte intensité. Cela démontre l'impact de l'humeur présenté en IV.2, mais aussi celui des relations sociales.

# Conclusion

---

Ce mémoire permet avant tout de mettre en lumière la méthode utilisée pour personifier un agent virtuel, dans le but d'améliorer la crédibilité qui lui est accordée. Nous avons ainsi vu l'impact de chacun des traits du Big Five sur les émotions ou les drives de l'agent. Ces résultats ont été démontrés au travers des trois cas d'utilisation qui mettent également en évidence l'influence des actions de l'utilisateur sur le déroulement du scénario.

On peut remarquer que les expressions faciales de l'agent permettent à l'utilisateur d'avoir un retour visuel direct de la conséquence de ses actions sur l'humeur de l'agent. Cette expressivité est indispensable au bon déroulement du scénario, et sa cohérence avec les événements permettent de juger de la crédibilité de l'agent. Cela permet également de bien saisir l'impact de l'humeur sur les décisions de l'agent : ce n'est pas parce que l'agent sourit qu'il va nécessairement accepter les revendications de l'utilisateur.

D'un point de vue personnel, ce stage m'a permis d'effectuer une première expérience extrêmement enrichissante dans le monde de la recherche. J'ai ainsi pu découvrir un univers riche et pluridisciplinaire, à la croisée de la psychologie, de l'informatique et des neurosciences. La diversité présente au sein du laboratoire m'a en outre permis de prendre conscience de la complexité des problèmes qui se posaient à moi, et de ne négliger aucun aspect dans mes recherches. Bien que la rédaction de ce document n'ait pas été de tout repos, ces cinq mois passés au sein de l'équipe GRETA auront été pour moi d'une incroyable intensité, et m'auront apporté bien plus que je ne pouvais l'imaginer, et je tiens à remercier une nouvelle fois chacun de ses membres. Aux vues de la multitude de sentiers inexplorés à parcourir et du nombre de connaissances à encore acquérir, je souhaite donc poursuivre mon aventure sur une thèse dans le domaine des agents virtuels.

**Amélioration Futures.** Bien entendu, il reste encore de nombreuses améliorations à porter à notre architecture pour la rendre encore plus crédible et complète. L'un des premiers points concerne les expressions faciales. Si celles-ci sont désormais dépendantes de l'intensité de l'émotion ressentie par l'agent, leur durée reste fixe. L'idée serait une nouvelle fois de moduler le temps passé à exprimer l'émotion en fonction de son intensité et de sa valeur de decay. Un agent hostile passerait alors moins de temps à sourire et plus de temps à faire la moue. Par ailleurs, le système de personnalité peut encore être affiné. On pourrait ainsi s'appuyer sur les quatre agents de SEMAINE pour lancer un agent différent en fonction de la personnalité définie par son concepteur (Spike pour un agent hostile, ou Poppy pour exprimer l'exubérance).

Dans le même ordre d'idée, il serait très intéressant de pouvoir envoyer plusieurs émotions à la fois avec FATiMA, afin de pouvoir combiner ces différentes expressions au niveau du visage. On pourrait ainsi avoir un agent montrant à la fois de la joie et de la tristesse par exemple. En fonction de l'état émotionnel il serait également utile de définir une règle permettant de calculer la ou les émotion(s) à afficher. On en vient donc au module d'Intelligence Emotionnelle, qui permettrait quand à lui de cacher des émotions, voire de les remplacer par d'autres. Celui-ci pourrait s'appuyer sur le module de

culture déjà existant mais devrait en sus être capable de reconnaître une émotion particulière chez l'utilisateur.

Si les tests nous ont permis de mesurer la différence entre un agent hostile et un agent exubérant, il reste encore à savoir si cette différence est perceptible avec d'autres attitudes. Des tests effectués sur un agent exubérant et relaxé semblent confirmer cette hypothèse, mais il faudrait effectuer en effectuer avec chacune des huit attitudes afin de justifier nos choix.

Enfin, l'amélioration qui me paraît la plus importante à réaliser à l'avenir concerne la mémoire à long terme de l'agent, et la gestion de profils d'utilisateurs. En effet, l'un des objectifs de l'informatique affective est de pouvoir construire des relations sur le long-terme. S'il y a bel et bien un module gérant les relations sociales dans FATiMA, il ne permet malheureusement pas de garder en mémoire les interactions précédentes et d'adapter son humeur en fonction. De nombreux travaux semblent par ailleurs prendre cette direction (Bickmore & Picard, 2005) (Kasap & Magnenat-Thalmann, 2011) (Aylett, Castalleno, Raducanu, Paiva, & Hanheide, 2011), et nul doute que les projets d'améliorations seront tout autre d'ici quelques années.

# Annexes

## Annexe A : Théorie James-Lange Vs Théorie Cannon-Bard

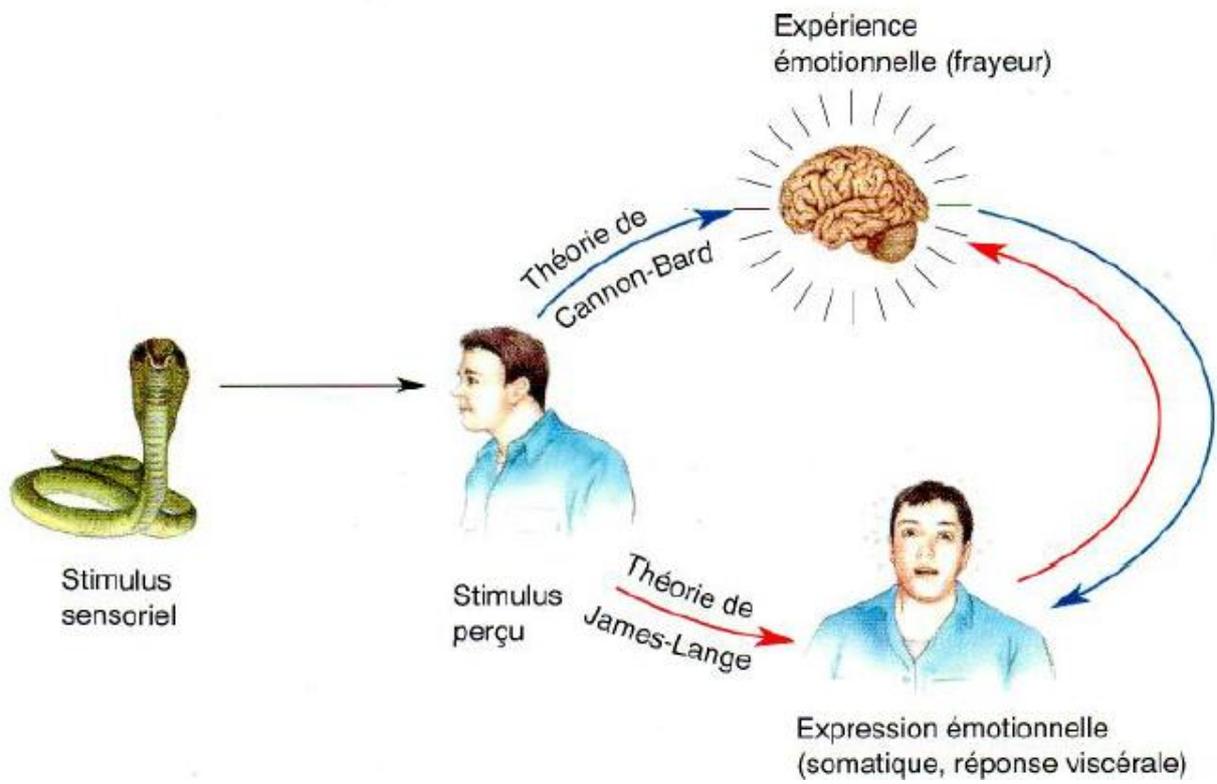


Image issue du site <http://www.neur-one.fr/LES%20EMOTIONS.pdf>

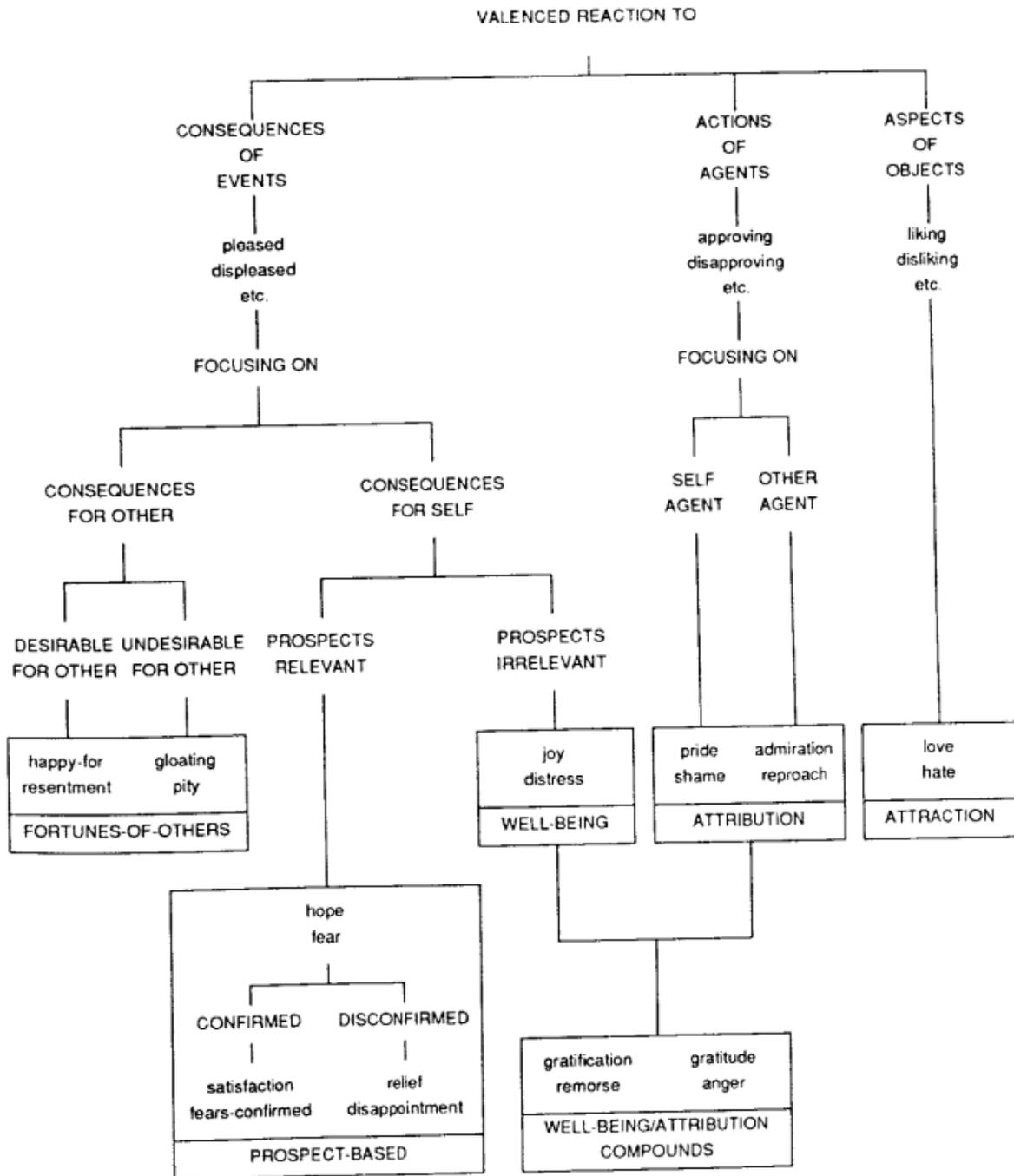
## Annexe B : Liste des émotions basiques. (Ortony & Turner, 1990)

Reference	Fundamental emotion	Basis for inclusion
Arnold (1960)	Anger, aversion, courage, dejection, desire, despair, fear, hate, hope, love, sadness	Relation to action tendencies
Ekman, Friesen, & Ellsworth (1982)	Anger, disgust, fear, joy, sadness, surprise	Universal facial expressions
Frijda (personal communication, September 8, 1986)	Desire, happiness, interest, surprise, wonder, sorrow	Forms of action readiness
Gray (1982)	Rage and terror, anxiety, joy	Hardwired
Izard (1971)	Anger, contempt, disgust, distress, fear, guilt, interest, joy, shame, surprise	Hardwired
James (1884)	Fear, grief, love, rage	Bodily involvement
McDougall (1926)	Anger, disgust, elation, fear, subjection, tender-emotion, wonder	Relation to instincts
Mowrer (1960)	Pain, pleasure	Unlearned emotional states
Oatley & Johnson-Laird (1987)	Anger, disgust, anxiety, happiness, sadness	Do not require propositional content
Panksepp (1982)	Expectancy, fear, rage, panic	Hardwired
Plutchik (1980)	Acceptance, anger, anticipation, disgust, joy, fear, sadness, surprise	Relation to adaptive biological processes
Tomkins (1984)	Anger, interest, contempt, disgust, distress, fear, joy, shame, surprise	Density of neural firing
Watson (1930)	Fear, love, rage	Hardwired
Weiner & Graham (1984)	Happiness, sadness	Attribution independent

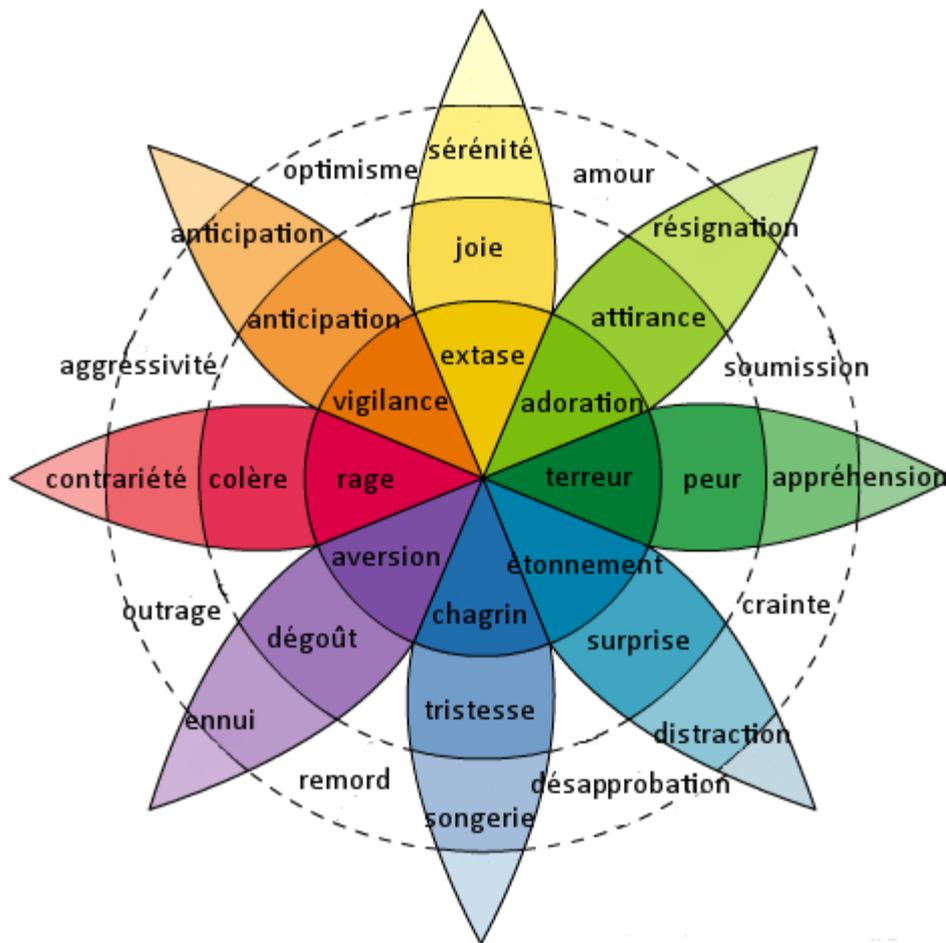
## Annexe C : Lien entre évènement, émotion et tendance à l'action

Perceived stimulus event classes	Discrete emotion	Action tendency	Adaptive outcome
Obstacles and barriers to desired outcomes	Anger	Aggression	Destruction/removal of obstacle; reacquisition of desired outcome
Contamination by unpalatable object or idea	Disgust	Active avoidance or rejection of object or idea	Removal of repulsive stimulus
Immediate threat to physical safety	Fear	Escape	Safety
Other distressed because of uncontrollable conditions	Pity	Prosocial behavior	Remediation of other's distress; creation of obligation in a potential ally
Other possesses desired object or opportunity that the perceiver lacks	Envy	Attempt to seize desired resources from other	Pursuit of limited valuable resources
Other distressed because of actions of the perceiver	Guilt	Reconciliatory behavior	Restoration of relationship with victimized individual; restoration of self-concept as moral person

## Annexe D : Structure des émotions selon la théorie OCC



## Annexe E : Roue de Plutchik

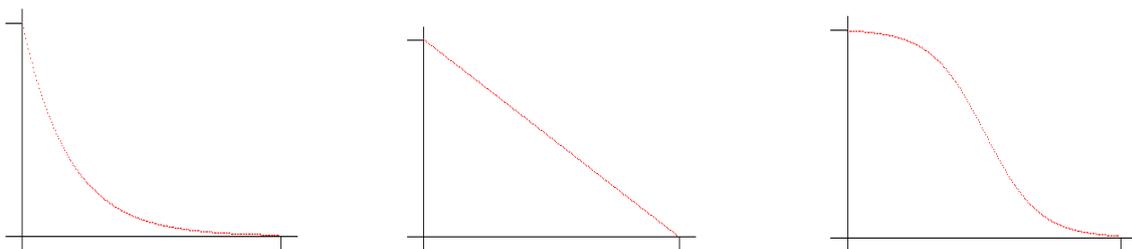


## Annexe F : ALMA, compléments d'information

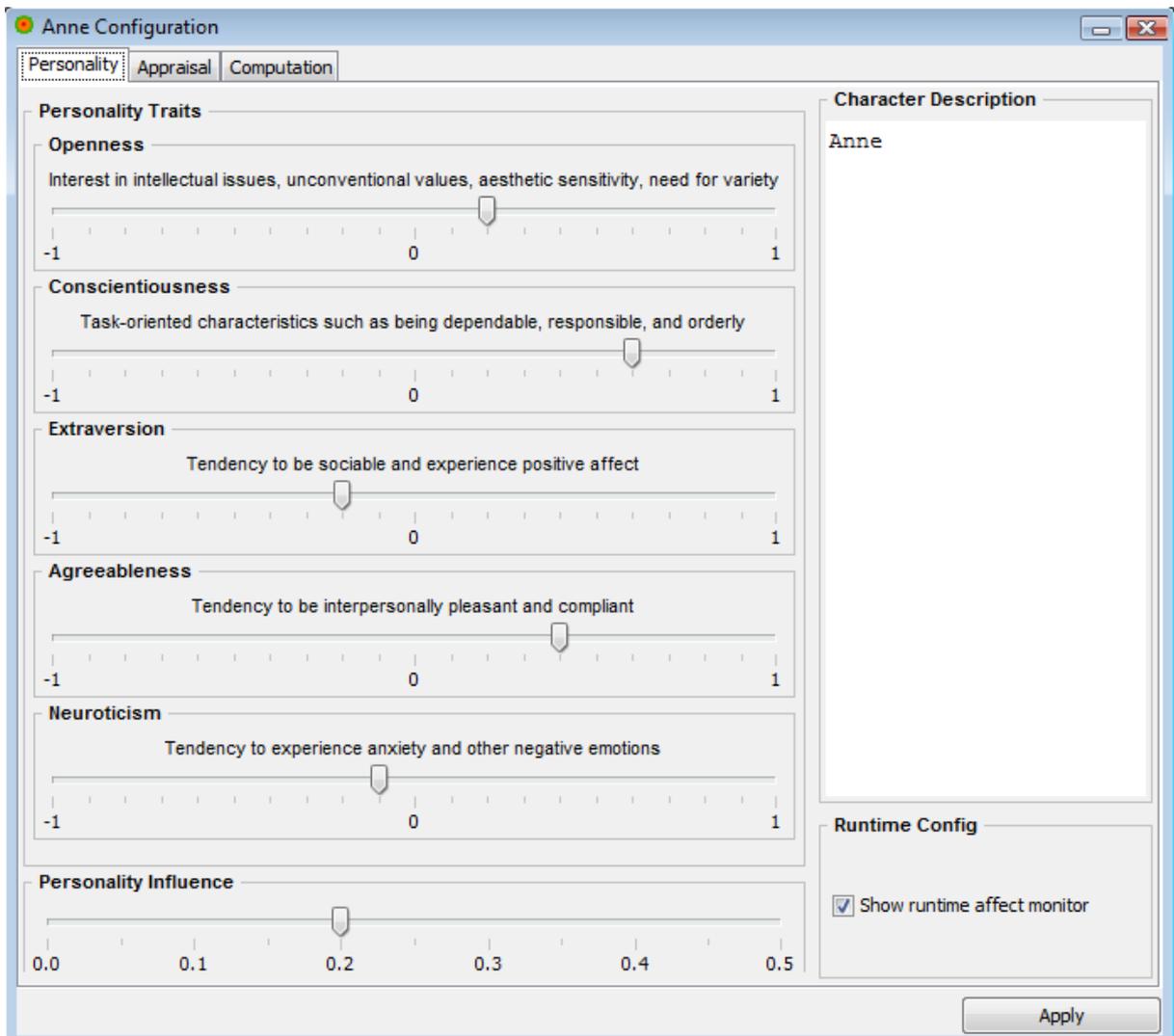
*Description des Mood Octants (Gebhard & Kipp, 2006)*

Mood	Description
Exuberant	Extroverted, outgoing, happy, sociable
Bored	Sad, lonely, socially withdrawn, physically inactive
Relaxed	Comfortable, secure, confident, resilient to stress
Anxious	Worried, nervous, insecure, tense, unhappy, illness prone
Dependent	Attached to people, needy of others and their help, interpersonally positive and sociable
Disdainful	Contemptuous of others, loner, withdrawn and calculating, sometimes anti-social
Docile	Pleasant, unemotional, and submissive; likeable; conforming
Hostile	Angry, emotional in negative ways, possibly violent

*Les trois fonctions de decay disponibles dans Alma*



*Interface de configuration de la personnalité dans ALMA*



## Annexe G : FAtiMA, compléments d'information

### Fichiers texte de configuration de scénario pour FAtiMA

Pomme.txt

```
isFruit True
eatable True
onfloor False
type object
```

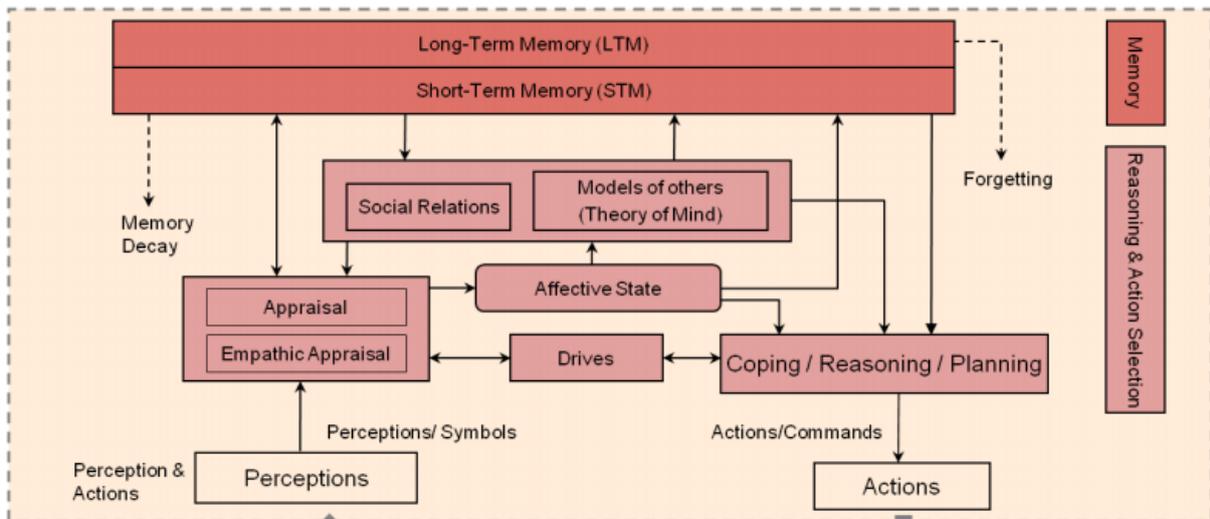
User.txt

```
isPerson True
has,pomme True
look-at,Abbuk False
power 5
```

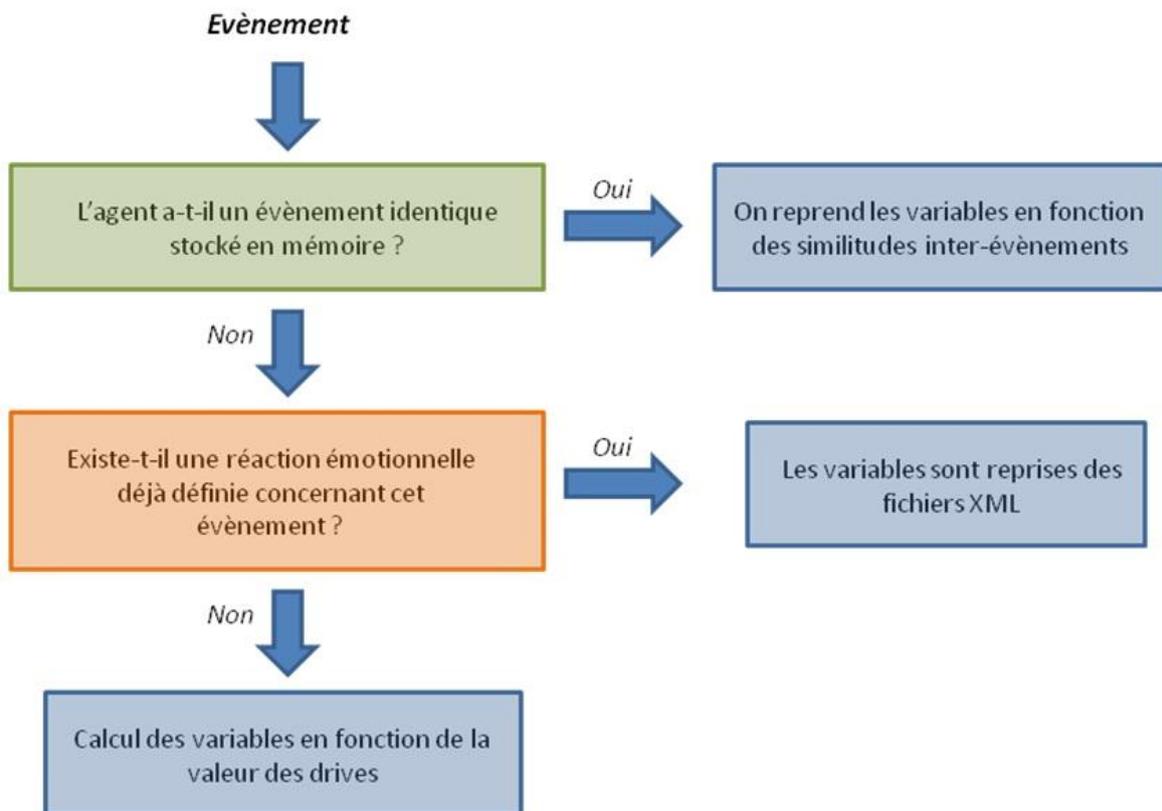
OptionsSimpleScenario.txt

```
User SalutPoli Abbuk
User SalutHostile Abbuk
User DemandeRenseignementsPoli Abbuk
User DemandeRenseignementsHostile Abbuk
User VoirVoituresPoli Abbuk
User VoirVoituresHostile Abbuk
-----
User ValiderChoixVoiturePoli Abbuk
User ValiderChoixVoitureHostile Abbuk
User DemanderChangerGammePoli Abbuk
User DemanderChangerGammeHostile Abbuk
User InsistePoli Abbuk
User InsisteHostile Abbuk
User PartirPoli Abbuk
User PartirHostile Abbuk
-----
User DemanderPrixPoli Abbuk
User DemanderPrixHostile Abbuk
User NegociationPrixPoli Abbuk
User NegociationPrixHostile Abbuk
User InsisterPourReductionPoli Abbuk
User InsisterPourReductionHostile Abbuk
User DemanderReductionSupplementairePoli Abbuk
User DemanderReductionSupplementaireHostile Abbuk
User AcheterPoli Abbuk
User AcheterHostile Abbuk
```

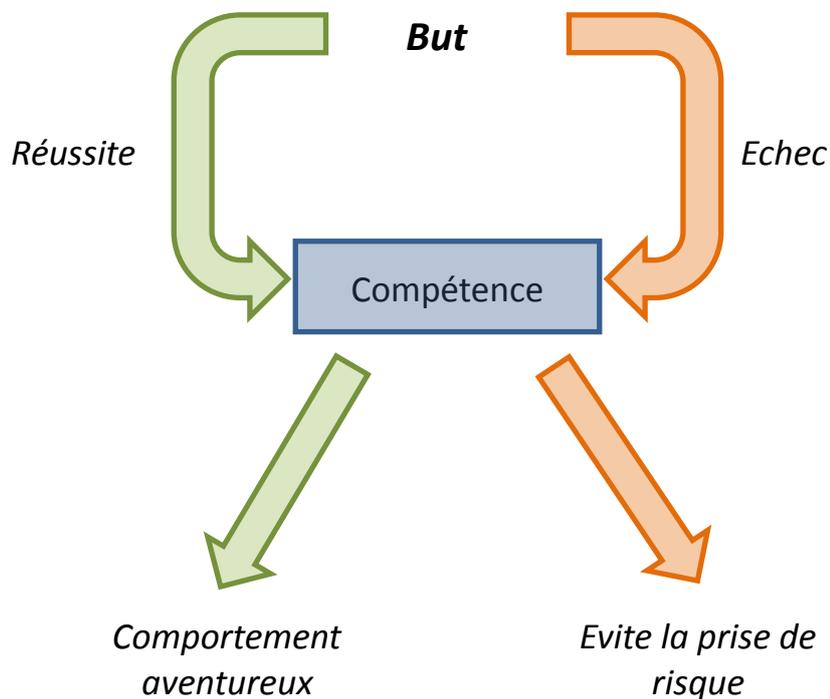
### Architecture avancée du cœur de FATiMA



### Les trois étapes d'évaluation dans FATiMA



### Effet du drive competence sur le comportement



### Fonctions de gestion de l'humeur dans FATiMA

```
/**
 * Creates a new Mood based on default agent value
 */
public Mood()
{
    String filePath =
"D:/Pierre/Code/AgentMind/data/ORIENT/DefaultMood.txt";

    try{
        BufferedReader buff = new BufferedReader(new
FileReader(filePath));

        try {
            String line;
            while ((line = buff.readLine()) != null) {
                this._defaultMood = Integer.parseInt(line);
                this._intensityAt0 = Integer.parseInt(line);
                this._intensity = Integer.parseInt(line);
                this._t0 = 0;
            }
        } finally {
            buff.close();
        }
    } catch (IOException ioe) {
        System.out.println("Erreur --" + ioe.toString());
    }
}
```

```

    }

    //the mood always starts as neutral
    //this._intensityATt0 = 3;
    //this._intensity = 3;
    //this._t0 = 0;
}

public float DecayMood()
{
    if(_intensity < (_defaultMood + EmotionalPameters.MinimumMoodValue)
    && _intensity > (_defaultMood - EmotionalPameters.MinimumMoodValue))
    {
        _intensity = _defaultMood;
        return _defaultMood;
    }

    if(_intensityATt0 == 0)
    {
        _intensity = 0;
        return 0;
    }

    long deltaT;
    deltaT = (AgentSimulationTime.GetInstance().Time() - _t0)/1000;

    if(_intensity < _defaultMood)
    {
        if(_intensity < 0)
        {
            _intensity = _intensityATt0 * ((float) Math.exp(-
EmotionalPameters.MoodDecayFactor * deltaT));
        }
        else
        {
            _intensity = _intensityATt0 * ((float)
Math.exp(EmotionalPameters.MoodDecayFactor * deltaT));
        }
    }
    else
    {
        if(_intensity < 0)
        {
            _intensity = _intensityATt0 * ((float)
Math.exp(EmotionalPameters.MoodDecayFactor * deltaT));
        }
        else
        {
            _intensity = _intensityATt0 * ((float) Math.exp(-
EmotionalPameters.MoodDecayFactor * deltaT));
        }
    }

    //_intensity = _intensityATt0 * ((float) Math.exp(-
EmotionalPameters.MoodDecayFactor * deltaT));

    /*if(Math.abs(_intensity) < EmotionalPameters.MinimumMoodValue)
    {

```

```

        _intensityAtt0 = 0;
        _t0 = AgentSimulationTime.GetInstance().Time();
        _intensity = 0;
    }*/
    return _intensity;
}

```

### Envoi d'émotions dans FATiMA

```

public void sendEmotion(String emotionType, String intensity)
{
    try {
        String idfml = "FML_Fatima_"+meta.getTime();
        lastId = idfml;

        String fml = "<?xml version=\"1.0\" encoding=\"UTF-8\"?>"+
            "<fml-apml version=\"0.1\">"+
            //"<bml:bml
xmlns:bml=\"http://www.mindmakers.org/projects/BML\" id=\"bml_"+idfml+"\">"+
            //"<bml:bml
xmlns:bml=\"http://www.mindmakers.org/projects/BML\" id=\"bml_"+idfml+"\"/>"+
            //"<bml:speech id=\"disco_text\" language=\"en-GB\"
text=\"\"+\"\"/*quot problem*/+\"\" voice=\"activemary\">"+
            //"<ssml:mark
xmlns:ssml=\"http://www.w3.org/2001/10/synthesis\" name=\"disco_text:tm1\"/>Hi"+
            //"<ssml:mark
xmlns:ssml=\"http://www.w3.org/2001/10/synthesis\" name=\"disco_text:tm2\"/>"+
            //"</bml:speech>"+
            //"</bml:bml>"+
            "<fml:fml xmlns:fml=\"http://www.mindmakers.org/fml\"
id=\"\"+idfml+"\">"+
            "<fml:emotion start=\"1.0\" end=\"4.0\" regulation=\"felt\"
intensity=\"\"+ intensity + "\" id=\"\" + emotionID++ + "\" type=\"\"+ emotionType +
\"\"/>"+
            "</fml:fml>"+
            "</fml-apml>";

        fmlSender.sendMessage(
            fml,
            meta.getTime(),
            Event.single,
            idfml,
            meta.getTime(),
            SEMAINEMessage.CONTENT_TYPE_UTTERANCE);
    }
    catch (JMSEException ex) {

        Logger.getLogger(FatigretaComponent.class.getName()).log(Level.SEVERE, null, ex);
    }
}

```

### Exemple de fichier de configuration d'un agent dans FATiMA

```
<Character role="Abbuk" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:noNamespaceSchemaLocation="../../../schemas/Character.xsd">
  <EmotionalThresholds>
    <EmotionalThreshold emotion="Love" threshold="3.6" decay="5"/>
    <EmotionalThreshold emotion="Hate" threshold="1" decay="5"/>
    <EmotionalThreshold emotion="Hope" threshold="3.7" decay="5"/>
    <EmotionalThreshold emotion="Fear" threshold="3.7" decay="5"/>
    <EmotionalThreshold emotion="Satisfaction" threshold="4.1" decay="5"/>
    <EmotionalThreshold emotion="Relief" threshold="4.1" decay="5"/>
    <EmotionalThreshold emotion="Fears-Confirmed" threshold="5.5" decay="8"/>
    <EmotionalThreshold emotion="Disappointment" threshold="3.9" decay="2"/>
    <EmotionalThreshold emotion="Joy" threshold="3.9" decay="1"/>
    <EmotionalThreshold emotion="Distress" threshold="4.7" decay="2"/>
    <EmotionalThreshold emotion="Happy-For" threshold="3.8" decay="8"/>
    <EmotionalThreshold emotion="Pitty" threshold="4.7" decay="8"/>
    <EmotionalThreshold emotion="Resentment" threshold="4.2" decay="2"/>
    <EmotionalThreshold emotion="Gloating" threshold="4.9" decay="8"/>
    <EmotionalThreshold emotion="Pride" threshold="3.6" decay="8"/>
    <EmotionalThreshold emotion="Shame" threshold="4.6" decay="2"/>
    <EmotionalThreshold emotion="Gratification" threshold="4.2" decay="5"/>
    <EmotionalThreshold emotion="Remorse" threshold="4.6" decay="8"/>
    <EmotionalThreshold emotion="Admiration" threshold="4.7" decay="8"/>
    <EmotionalThreshold emotion="Reproach" threshold="2.4" decay="3"/>
    <EmotionalThreshold emotion="Gratitude" threshold="4.8" decay="5"/>
    <EmotionalThreshold emotion="Anger" threshold="1" decay="3"/>
  </EmotionalThresholds>

  <MotivationalParameters>
    <MotivationalParameter motivator="Affiliation" decayFactor="5" weight="0.51" intensity="4.9"/>
    <MotivationalParameter motivator="Integrity" decayFactor="5" weight="0.3" intensity="7"/>
    <MotivationalParameter motivator="Energy" decayFactor="1" weight="0.8" intensity="5"/>
    <MotivationalParameter motivator="Certainty" decayFactor="5.1" weight="0.53" intensity="4.7"/>
    <MotivationalParameter motivator="Competence" decayFactor="6.1" weight="0.76" intensity="2.6"/>
  </MotivationalParameters>

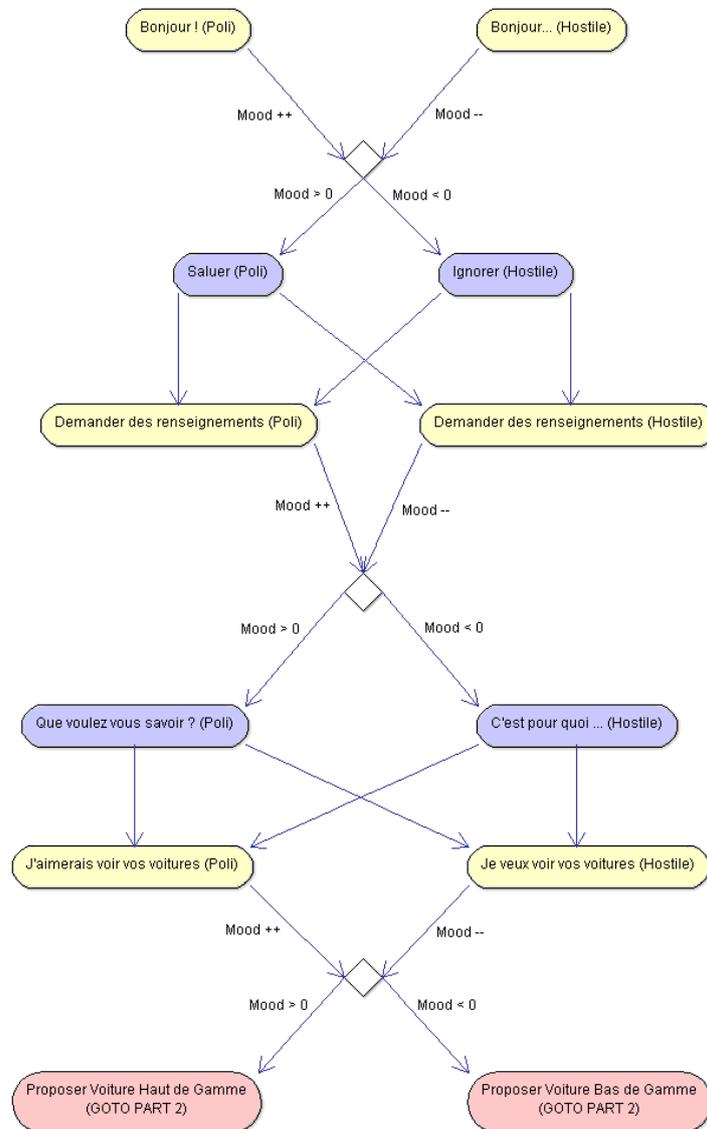
  <Goals>
    <Goal name="Greet([target])" importanceOfSuccess="0" importanceOfFailure="0"/>
    <Goal name="SalutEnthousiaste([target])" importanceOfSuccess="0" importanceOfFailure="0"/>
    <Goal name="Ignore([target])" importanceOfSuccess="0" importanceOfFailure="0"/>
    <Goal name="ReponseHostile([target])" importanceOfSuccess="0" importanceOfFailure="0"/>
    <Goal name="ReponsePoli([target])" importanceOfSuccess="0" importanceOfFailure="0"/>
    <Goal name="ReponseEnthousiaste([target])" importanceOfSuccess="0" importanceOfFailure="0"/>
  </Goals>

  <EmotionalReaction desirability="-5" praiseworthiness="-5">
    <Event action="InsisteHostile" target="SELF"/>
  </EmotionalReaction>

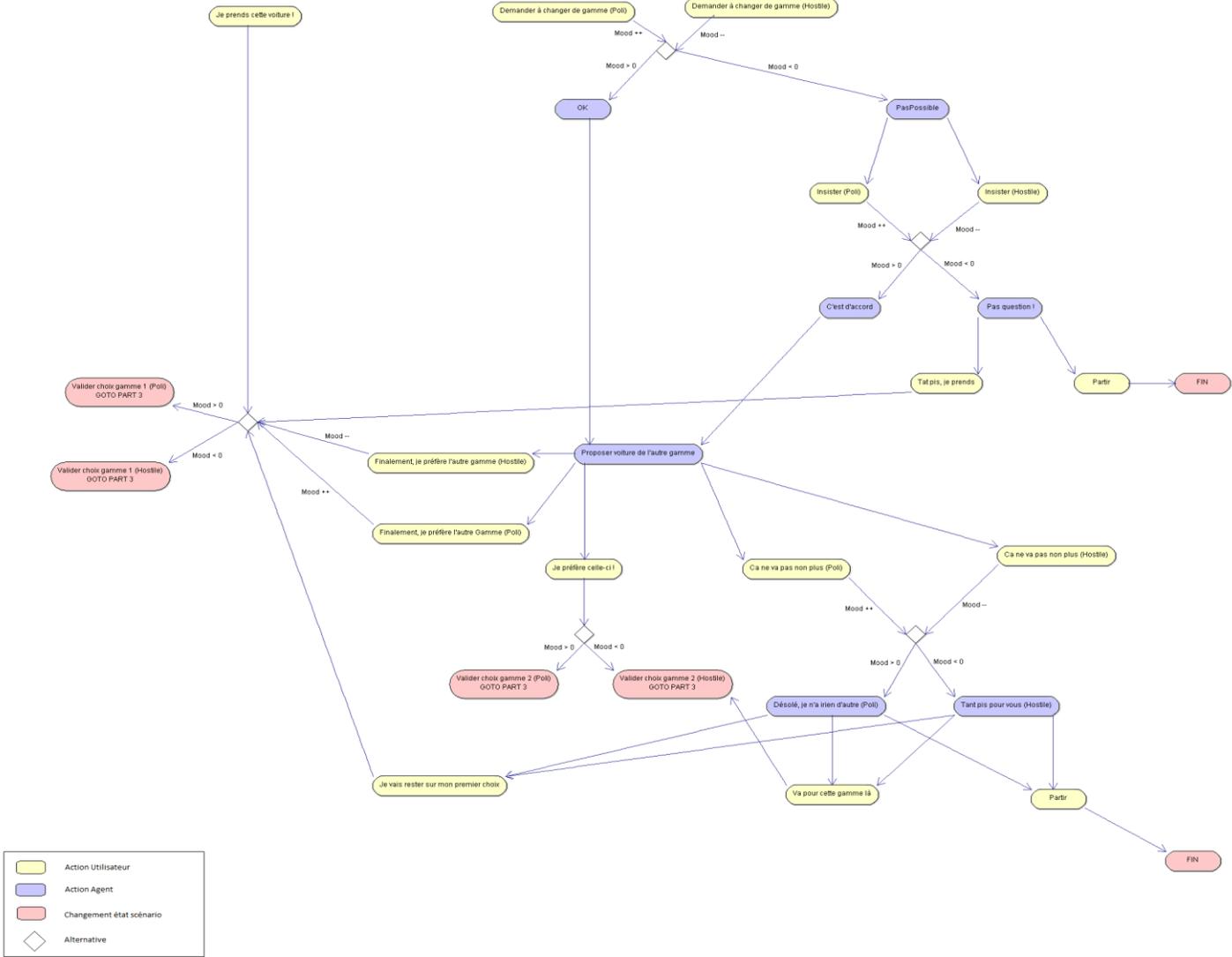
  <EmotionalReaction desirability="-7" praiseworthiness="-7">
    <Event action="PartirHostile" target="SELF"/>
  </EmotionalReaction>
</Character>
```

## Annexe H : Scénario

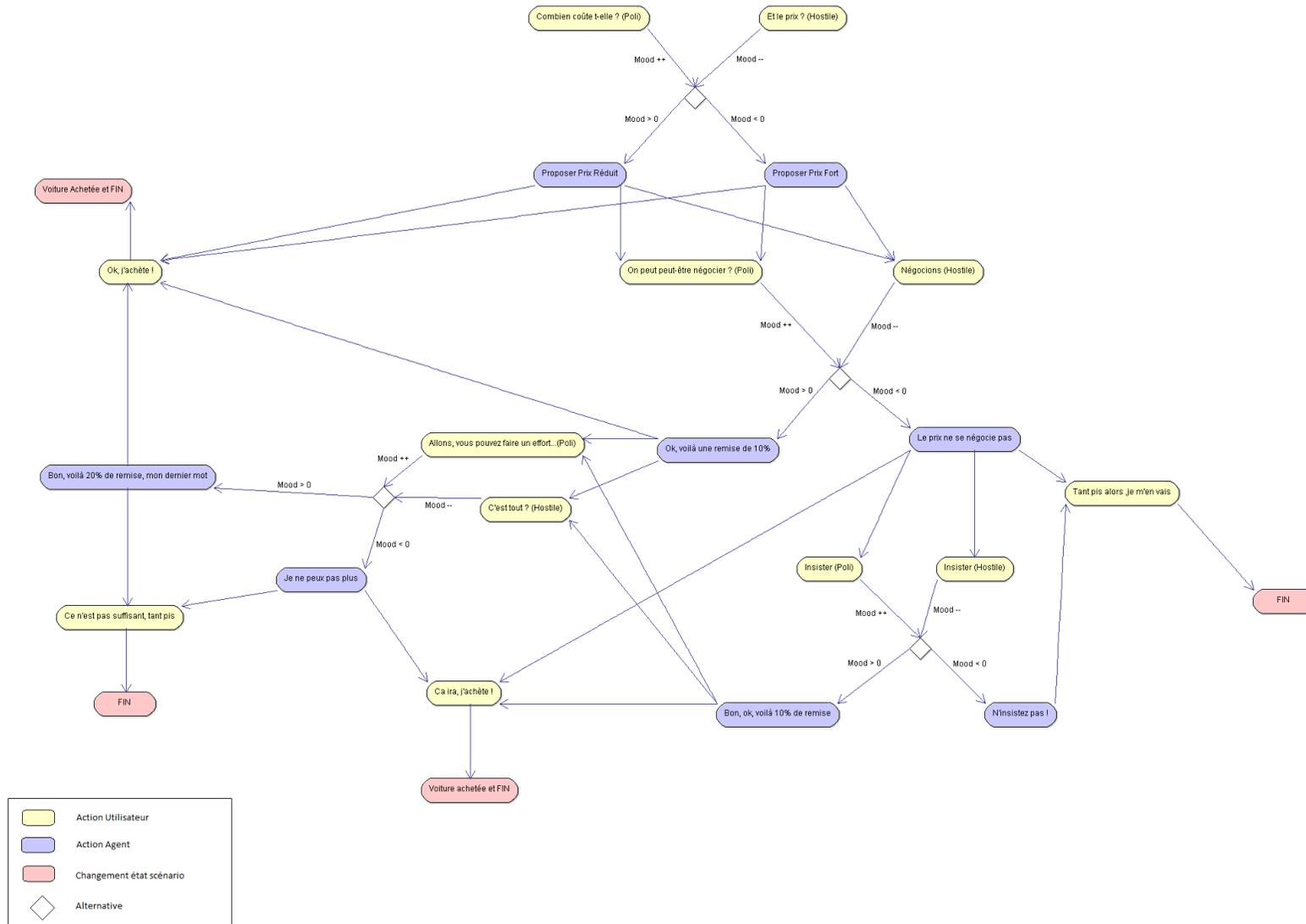
### Partie 1 : Introduction



## Partie 2 : Discussion



### Partie 3 : Négociation





# Bibliographie

---

Adam, C., Herzig, A., & Longin, D. (2009). A logical formalization of the OCC theory of emotions. *Synthèse vol.168, n°2* , 201-248.

André, E., Klesen, M., Gebhard, P., Allen, S., & Rist, T. (1999). Integrating models of personality and emotions into lifelike characters. *Proceedings of the workshop on Affect in Interactions - Towards a new Generation of Interfaces in conjunction with the 3rd i3 Annual Conference* (pp. 136-149). Sienna, Italy: A. Paiva and C. Martinho (eds.).

André, E., Rehm, M., Minker, W., & Bühler, D. (2004). Endowing Spoken Language Dialogue Systems with Emotional Intelligence. *Proceedings of Affective Dialogue Systems (ADS'04)*, (pp. 178-187). Kloster Irsee, Germany.

Anolli, L., & Ciceri, R. (1997). The Voice of Deception : Vocal Strategies of Able and Naive Liars. *Journal of Nonverbal Behavior vol.2114* , 259-284.

Aylett, R., Castalleno, G., Raducanu, B., Paiva, A., & Hanheide, M. (2011). Long-term socially perceptive and interactive robot companions: challenges and future perspectives. *Proceedings of the 13th international conference on multimodal interfaces (ICMI '11)* , (pp. 323-326).

Aylett, R., Vannini, N., André, E., Paiva, A., Enz, S., & Hall, L. (2009). But That Was in Another Country: Agents and Intercultural Empathy. *Proceedings of 8th International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems (AAMAS 2009)* (pp. 329-336). Budapest, Hungary: Decker, Sichman, Sierra and Castelfranchi.

Bach, J. (2012). Functional Modeling of Personality Properties Based on Motivational Traits. *Proceedings of International Conference on Cognitive Modeling (ICCM-7)*, (pp. 271-272). Berlin, Germany.

Bach, J. (2003). The MicroPsi Agent Architecture. *Proceedings of International Conference on Cognitive Modeling (ICCM-5)*, (pp. 15-20). Bamberg, Germany.

Bach, J., & Vuine, R. (2003). Designing Agents With MicroPsi Node Sets. *Proceedings of Annual German Conference on AI (KI'03)*, (pp. 164-178).

Bar-On, R. (2003). *Bar-On Emotional Quotient Inventory*. Multi-Health Systems Inc.

Bar-On, R. (2006). The Bar-On model of emotional-social intelligence (ESI). *Psicothema vol.28* , 13-25.

Bartneck, C. (2002). Integrating the OCC Model of Emotions in Embodied Characters. *Workshop on Virtual Conversational Characters: Applications, Methods, and Research Challenges*. Melbourne, Australia.

Bastian, V., Burns, N., & Nettelbeck, T. (2005). Emotional intelligence predicts life skills, but not as well as personality and cognitive abilities. *Personality and Individual Differences vol.39* , 1135–1145.

- Bates, J. (1994). The Role of Emotion in Believable Agents. *Communications of the ACM, Special Issue on Agents*.
- Bechara, A. (2004). The role of emotion in decision-making: Evidence from neurological patients with orbitofrontal damage. *Brain and Cognition* n°55 , 30-40.
- Bellani, M., Fornasari, L., Chittaro, L., & Brambilla, P. (2011). Virtual reality in autism: state of the art. *Epidemiology and Psychiatric Sciences* vol.20, n°3 , 235-238.
- Belzung, C. (2007). *Biologie des émotions*. de Boeck.
- Bevacqua, E., de Sevin, E., Pelachaud, C., McRorie, M., & Sneddon, I. (2010). Building Credible Agents : Behavior Influenced by Personality and Emotional Traits. *Proceedings of the International Conference on Kansei Engineering and Emotion Research*. Paris, France.
- Bickmore, T., & Picard, R. (2005). Establishing and Maintaining Long Term Human-Computer Relationship. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)* vol.12, n°2 , 293-327.
- Bickmore, T., Pfeifer, L., Schulman, D., Perera, S., Senanayake, C., & Nazmi, I. (2008). Public Displays of Affect: Deploying Relational Agents in Public Spaces. *CHI'08*. Florence, Italy.
- Blumberg, B., Todd, P., & Maes, P. (1996). No bad dogs: Ethological lessons for learning in Hamsterdam. *Proceedings of the Fourth International Conference on Simulation of Adaptive Behavior*.
- Blumenthal, A. (1975). A Reappraisal of Wilhelm Wundt. *American Psychologist* vol.30, n°11 , 1081-1088.
- Brackett, M., Mayer, J., & Warner, R. (2004). Emotional intelligence and its relation to everyday behaviour. *Personality and Individual Differences* vol.36 , 1387–1402.
- Brackett, M., Warner, R., & Bosco, J. (2005). Emotional intelligence and relationship quality among couples. *Personal Relationships* vol.12 , 197-212.
- Brand, M. (1999). Voice Puppetry. *Proceedings of the 26th annual conference on Computer graphics and interactive techniques (SIGGRAPH '99)*, (pp. 21-28).
- Breazeal, C. (2003). Emotion and Sociable Humanoid Robots. *International Journal of Human-Computer studies* vol.59 , 119-155.
- Clavel, C., Rilliard, A., Shochi, T., & Martin, J.-C. (2009). Personality differences in the multimodal perception and expression of cultural attitudes and emotions . *Proceedings of the 3rd International Conference on Affective Computing and Intelligent Interaction and Workshops (ACII'09)*, (pp. 725-731). Amsterdam, Netherlands.
- Cohen, M., & Massaro, D. (1993). Modeling coarticulation in synthetic visual speech. Dans N. Magnenat-Thalman, & D. Thalman, *Models and Techniques in Computer Animation*.
- Darwin, C. (1872). *The Expression of the Emotions in Man and Animals*. London: John Murray.
- de Bonis, M. (1996). *Connaître les émotions humaines*. Mardaga.

- de Vignemont, F., & Singer, T. (2006). The empathic brain: how, when and why? *TRENDS in Cognitive Sciences vol.10, n°10* , 435-441.
- Descartes, R. (1649). *Les passions de l'âme*. GF Flammarion.
- Dias, J., & Paiva, A. (2011). Agents with Emotional Intelligence for Storytelling. *Proceedings of the 4th international conference on Affective computing and intelligent interaction (ACII'11)*, (pp. 77-86).
- Dias, J., & Paiva, A. (2005). Feeling and Reasoning: A Computational Model for Emotional Characters. *12th Portuguese Conference on Artificial Intelligence*, (pp. 127-140). Covilhã.
- Dias, J., Mascarenhas, J., & Paiva, A. (2011). FATiMA Modular : Towards an Agent Architecture with a Generic Appraisal Framework.
- Doce, T., Dias, J., Prada, R., & Paiva, A. (2010). Creating Individual Agents through Personality Traits. *Proceedings of the 10th International Conference on Intelligent Virtual Agents (IVA'10)* , 257-264.
- Egges, A., Kshirsagar, S., & Magnenat-Thalmann, N. (2003). A Model for Personality and Emotion Simulation. *Knowledge-Based Intelligent Information & Engineering Systems* , 453-461.
- Egges, A., Kshirsagar, S., & Magnenat-Thalmann, N. (2004). Generic Personality and Emotion Simulation for Conversational Agents. *Computer Animation and Virtual Worlds vol.15, n°1* , 1-13.
- Ekman, P. (1992). An Argument for Basic Emotions. *Cognition and Emotion vol.6* , 169-200.
- Ekman, P. (1997). Expression or Communication about Emotion. Dans N. Segal, G. Weisfeld, & C. Weisfeld, *Uniting Psychology and Biology : Integrative Perspectives on Human Development* (pp. 315-338).
- Ekman, P. (1970). Universal Facial Expressions of Emotions. *California Mental Health Research Digest vol.8, n°4* , 151-158.
- Ekman, P. (1998). Universality Of Emotional Expression? A personal History of The Dispute. Dans P. Ekman, *Third Edition of Charles Darwin's the Expression of the Emotions In Man And Animals, with introduction, afterwords, and commentaries* (pp. 363-393). London: Harper Collins.
- Elliott, C. (1993). Using the affective reasoner to support social simulations. *Proceedings of the 13th international joint conference on Artificial intelligence (IJCAI'93)*, (pp. 194-200).
- El-Nasr, M., Yen, J., & Ioerger, T. (2000). FLAME - A Fuzzy Logic Adaptive Model of Emotions. *Autonomous Agents and Multi-agent Systems vol.3* , 219-257.
- Enz, S., Zoll, C., Vannini, N., Schneider, W., Hall, L., Paiva, A., et al. (2008). e – Motional Learning in Primary Schools: FearNot! An Anti-bullying Intervention Based on Virtual Roleplay with Intelligent Synthetic Characters. *The Electronic Journal of e-Learning vol.6, n°2* , 111-118.
- Eysenck, H. (1992). Four Ways Five Factors are not Basic. *Personality and individual differences vol.13, n°6* , 667-673.
- Foley, J., & McAllister, G. (2005). Making it Real: Sim-School© a Backdrop for Contextualizing Teacher Preparation. *AACE Journal vol.13, n°2* , 159-177.

- Fontaine, J., Scherer, K., Roesch, E., & Ellsworth, P. (2007). The World of Emotions Is Not Two-Dimensional. *Psychological Science* vol.18, n°2 , 1050 - 1057.
- Frijda, N. (1988). The laws of emotion. *American Psychologist* vol.43, n°5 , 349-358.
- Frijda, N. (2007). *The laws of emotion*. Lawrence Erlbaum Associates.
- Frijda, N. (2008). The psychologists' point of view. Dans M. Lewis, J. Haviland-Jones, & F. B. L., *Handbook of emotions*. - 3rd ed (pp. 68-87). New York: Guilford.
- Gebhard, P. (2005). ALMA - A layered model of affect. *Proceedings of the Fourth International Joint Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems (AAMAS'05)*, (pp. 29-36). Utrecht.
- Gebhard, P., & Kipp, K. H. (2006). Are computer-generated emotions and moods plausible to humans ? *Proceedings of the 6th International Conference on Intelligent Virtual Agents (IVA'06)*, (pp. 343-356). Marina Del Rey, USA.
- Gebhard, P., Kipp, M., Klesen, M., & Rist, T. (2003). Adding the Emotional Dimension to Scripting Character Dialogues. *Proceedings of the 4th International Working Conference on Intelligent Virtual Agents (IVA'03)*, (pp. 48-56).
- Gebhard, P., Klesen, M., & Rist, T. (2004). Coloring Multi-Character Conversations through the Expression of Emotions. *Proceedings of the Tutorial and Research Workshop on Affective Dialogue Systems (ADS'04)*, (pp. 128-141).
- Gehm, T., & Scherer, K. (1988). Factors determining the dimensions of subjective emotional space. Dans K. Scherer, *Facets of emotion: Recent research* (pp. 99-114). Lawrence Erlbaum Associates.
- Gibson, D. (2011). Modeling Emotions in Simulated Learning. *Workshop Proceedings on Standards in Emotion Modelling 2011 (SEM2011)*.
- Gockley, R., Forlizzi, J., & Simmons, R. (2006). Interactions with a Moody Robot. *Proceedings of the 1st ACM SIGCHI/SIGART conference on Human-robot interaction (HRI'06)*, (pp. 186-193).
- Goldberg, L. (1992). The development of markers for the Big-Five factor structure. *Psychological Assessment* vol.4, n°1 , 26-42.
- Goldberg, L. (1993). The Structure of Phenotypic Personality Traits. *American Psychologist* vol.48, n°1 , 26-34.
- Goldberg, L., & Rosolack, T. (1994). The Big Five factor structure as an integrative framework: An empirical comparison with Eysenck's P-E N model. Dans C. Halverson Jr, G. Kohnstamm, & R. Martin, *The developing structure of temperament and personality from infancy to adulthood* (pp. 7-35).
- Goleman, D. (2000). Emotional Intelligence: Issues in Paradigm Building. Dans D. Goleman, & C. Cherniss, *The Emotionally Intelligent Workplace: How to Select for, Measure, and Improve Emotional Intelligence in Individuals, Groups, and Organizations*.
- Grandey, A. (2000). Emotion Regulation in the Workplace : A New Way to Conceptualize Emotional Labor. *Journal of Occupational Health Psychology* vol.5, n°1 , 95-110.

- Gross, J., Sutton, S., & Ketelaar, T. (1998). Relations Between Affect and Personality: Support for the Affect-Level and Affective-Reactivity Views. *Personality & Social Psychology Bulletin* vol.24, n°3 , 279.
- Gurtman, M. (2009). Exploring Personality with the Interpersonal Circumplex. *Social and Personality Psychology Compass* vol.3, n°4 , 601-619.
- Gutiérrez, M., Vexo, F., & Thalmann, D. (2002). An MPEG-4 Virtual Human Animation Engine for Interactive Web Based Applications. *Proceedings of the IEEE International Workshop on Robot and Human and Interactive Communication*.
- Hampson, S. (1999). State of the art : Personality. *The Psychologist* vol.12, n°6 , 284-290.
- Heider, F. (1958). *The Psychology of Interpersonal Relations*. Lawrence Erlbaum Associates Inc.
- Henninger, A., Jones, R., & Chown, E. (2001). A symbolic-connectionist framework for representing emotions in computer generated forces. *Proceedings of the '01 Interservice/Industry Training, Simulation, and Education Conference (I/ITSEC)*. Orlando, United States.
- Hill, R., Gratch, J., Marsella, S., Rickel, J., Swartout, W., & Traum, D. (2003). Virtual Humans in the Mission Rehearsal Exercise System. *KI Embodied Conversational Agents*.
- Hudlicka, E. (2005). A Computational Model of Emotion and Personality: Applications to Psychotherapy Research and Practice. In *Proceedings of the 10th Annual CyberTherapy Conference: A Decade of Virtual Reality*. Basel, Switzerland.
- Izard, C. (1992). Basic Emotions, Relations Among Emotions, and Emotion-Cognition Relations. *Psychological Review* vol.99, n°3 , 561-565.
- Izard, C. (1994). Innate and universal facial expressions: Evidence from developmental and cross-cultural research. *Psychological Bulletin* vol.115, n°2 , 288-299.
- Jacob, R., & Karn, K. (2003). Eye Tracking in Human–Computer Interaction and Usability Research : Ready to Deliver the Promises. Dans R. & Hyona, *The Mind's Eye: Cognitive and Applied Aspects of Eye Movement Research* (pp. 573-605).
- James, W. (1884). What is an Emotion ? *Mind* vol.9, n°34 , 188-205.
- Jan, D., Roque, A., Leuski, A., Morie, J., & Traum, D. (2009). A Virtual Tour Guide for Virtual Worlds. *Proceedings of the 9th International Conference on Intelligent Virtual Agents (IVA'09)*, (pp. 372-378).
- John, O., & Srivastava, S. (1999). The Big-Five Trait Taxonomy: History, Measurement, and Theoretical Perspectives. Dans L. Pervin, & J. O.P., *Handbook of personality: Theory and research* (pp. 102-138).
- Kant, E. (1863). *Anthropologie considérée au point de vue pragmatique ou de l'utilité*. Ladrance.
- Kasap, Z., & Magnenat-Thalmann, N. (2011). Building long-term relationships with virtual and robotic characters: the role of remembering. *The Visual Computer: International Journal of Computer Graphics* vol.28, n°1 , 87-97.
- Kasap, Z., & Magnenat-Thalmann, N. (2007). Intelligent virtual humans with autonomy and personality: State-of-the-art. *Intelligent Decision Technologies* vol.1 , 3-15.

- Keltner, D. (2004). Ekman, emotional expression, and the art of empirical epiphany. *Journal of Research in Personality* vol.38, n°1 , 37-44.
- Keltner, D., & Haidt, J. (1999). Social functions of emotions at four levels of analysis. *Cognition and Emotion* vol.13 , 505-521.
- Kenny, P., Parsons, T., & Garrity, P. (2010). Virtual Patients for Virtual Sick Call Medical Training. *The Interservice/Industry Training, Simulation & Education Conference (I/ITSEC)* .
- Kirsch, D. (1997). *The Sentic Mouse : Developing a Tool for Measuring Emotional Valence*. Bachelor Thesis.
- Kleinginna, P., & Kleinginna, A. (1981). A categorized list of emotion definitions, with suggestions for a consensual definition. *Motivation and Emotion*, vol.5, n°4 , 345-379.
- Kopp, S., & Wachsmuth, I. (2000). A Knowledge-based Approach for Lifelike Gesture Animation. *Proceedings of the 14th European Conference on Artificial Intelligence (ECAI '00)*. Amsterdam, Netherlands.
- Kopp, S., Gesellensetter, L., Krämer, N., & Wachsmuth, I. (2005). A Conversational Agent as Museum Guide – Design and Evaluation of a Real-World Application. *Proceedings of the 5th International Conference on Intelligent Virtual Agents (IVA'05)* , 329-343.
- Kriegel, M., Lim, M., Nazir, A., Aylett, R., Cawsey, A., Enz, S., et al. (2008). ORIENT: An Inter-Cultural Role-Play Game. *Proceedings of 5th International Conference on Narrative and Interactive Learning Environments (NILE)*. Edinburgh, Scotland.
- Larousse en couleurs. (1991). Paris: Larousse.
- LeDoux, J. (1994). Emotion, Memory and the Brain. *Scientific American* vol.270, n°6 , 32-39.
- LeDoux, J. (2003). The Emotional Brain, Fear, and the Amygdala. *Cellular and Molecular Neurobiology* vol.23, N°4/5 , 727-738.
- Lee, K., & Ashton, M. (2004). Psychometric Properties of the HEXACO Personality Inventory. *Multivariate Behavioral Research* vol.39, n°2 , 329-358.
- Leuski, A., Patel, R., & Traum, D. (2006). Building Effective Question Answering Characters. *Proceedings of the 7th SIGdial Workshop on Discourse and Dialogue*, (pp. 18-27).
- Lim, M. Y., Dias, J., Aylett, R., & Paiva, A. (2012). Creating Adaptive Affective Autonomous NPCs. *Autonomous Agents and Multi-Agent Systems* vol.24 n°2 , pp. 287-311.
- Lisetti, C. (2002). Personality, Affect and Emotion Taxonomy for Socially Intelligent Agents. *Proceedings of the Fifteenth International Florida Artificial Intelligence Research Society Conference* , (pp. 397-401).
- Lopes, P., Salovey, P., & Straus, R. (2003). Emotional intelligence, personality, and the perceived quality of social relationships. *Personality and Individual Differences* vol.35 , 641–658.

Lotstra, F. (2002). Le cerveau émotionnel ou la neuroanatomie des émotions. *Cahiers critiques de thérapie familiale et de pratiques de réseaux vol.2, n°29* , 73-86.

MacDorman, K. (2006). Subjective ratings of robot video clips for human likeness, familiarity, and eeriness: An exploration of the uncanny valley. *ICCS/CogSci-2006 Long Symposium: Toward Social Mechanisms of Android Science*, (pp. 26-29).

Marsella, S., & Gratch, J. (2006). EMA: A computational model of appraisal dynamics. *Agent Construction and Emotions*. Vienna, Austria.

Marsella, S., & Gratch, J. (2009). EMA: A process model of appraisal dynamics. *Journal of Cognitive Systems Research vol.10, n°1* , 70-90.

Marsella, S., Gratch, J., & Petta, P. (2010). Computational Models of Emotion. Dans K. Scherer, T. Bänziger, & E. Roesch, *Blueprint for Affective Computing : A Sourcebook* (pp. 21-41). Oxford University Press.

Martin, B., & Lawson, R. (1998). Mood and Framing Effects on Advertising. *Australasian Marketing Journal vol.6, n°1* , 35-50.

Martinez, S., Sloan, R., Szymkowiak, A., & Scott-Brown, K. (2011). Animated Virtual Agents to Cue User Attention. *International Journal on Advances in Intelligent Systems vol.4, n°3 & 4* , 299-308.

Mascarenhas, S., Dias, J., Prada, R., & Paiva, A. (2010). A Dimensional Model for Cultural Behavior in Virtual Agents. *Applied Artificial Intelligence, vol.19, n°8* , pp. 552-574.

Mayer, J., Salovey, P., & Caruso, D. (2000). Emotional Intelligence as Zeitgeist, as Personality, and as a mental ability. Dans R. Bar-On, & J. Parker, *The Handbook of Emotional Intelligence. Theory, Development, Assessment and Application at Home, School, and in the Workplace* (pp. 92-117).

Mayer, J., Salovey, P., & Caruso, D. (2004). Emotional Intelligence: Theory, Findings, and Implications. *Psychological Inquiry, vol.15, n°3* , pp. 197-215.

Mayer, J., Salovey, P., Caruso, D., & Sitarenios, G. (2003). Measuring Emotional Intelligence With the MSCEIT V2.0. *Emotion vol.3, n°1* , 97-105.

McCrae, R., & Costa, P. (1987). Validation of the Five Factor Model of Personality Across Instruments and Observers. *Journal of Personality and Social Psychology vol.52, n°1* , pp. 81-90.

McCrae, R., & John, O. (1992). An Introduction to the Five-Factor Model and Its Applications. *Journal of Personality vol.60, n°2* , 175-215.

McCrae, R., & Terracciano, A. (2005). Universal Features of Personality Traits From the Observer's Perspective: Data From 50 Cultures. *Journal of Personality and Social Psychology vol.88, n°3* , 547-561.

Mehrabian, A. (1996). Pleasure-Arousal-Dominance : A General Framework for Describing and Measuring Individual Differences in Temperament. *Current Psychology : Developmental, Learning, Personality, Social vol.14, n°4* , pp. 261-292.

- Mesquita, B., & Frijda, N. (1992). Cultural Variations in Emotions : A Review. *Psychological Bulletin* vol.112, n°2 , pp. 179-204.
- Miller, L., Read, S., Zachary, W., & Rosoff, A. (2010). Modeling the Impact of Motivation, Personality, and Emotion on Social Behavior. *Proceedings of the 3rd international conference on Social Computing, Behavioral Modeling, and Prediction (SBP'10)* , 298-305.
- Nass, C., Moon, Y., Fogg, B., Reeves, B., & Dryer, D. (1995). Can Computer Personalities Be Human Personalities? *International Journal of Human-Computer Studies* vol.43, n°2 , 223-239.
- Nass, C., Steuer, J., & Tauber, E. (1994). Computers are Social Actors. *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems (CHI'94)*, (pp. 72-78).
- Nazir, A., Enz, S., Lim, M. Y., Aylett, R., & Cawsey, A. (2009). Culture-personality based affective model. *AI & Society*, vol.24, n°3 , pp. 281-293.
- Oatley, K. (1994). Theory and Fonction. Dans *Best Laid Schemes, The Psychology of Emotions*. Cambridge University Press.
- Ochs, M. (2007). *Modélisation, formalisation et mise en oeuvre d'un agent rationnel dialoguant émotionnel empathique*. PhD. Thesis.
- Orkin, J., & Roy, D. (2007). The Restaurant Game: Learning Social Behavior and Language from Thousands of Players Online. *Journal of Game Development (JOGD)* vol.3, n°1 , 39-60.
- Ortony, A. (2003). On making believable emotional agents believable. Dans R. Trappl, *Emotions in Humans and Artifacts* (pp. 189-212). MIT Press.
- Ortony, A., & Turner, T. (1990). What's Basic About Basic Emotions? *Psychological Review* vol.97, n°3 , 315-331.
- Ortony, A., Clore, G. L., & Collins, A. (1988). *The Cognitive Structure of Emotions*. Cambridge University Press.
- Ostermann, J. (1998). Animation of Synthetic Faces in MPEG-4. *Computer Animation* , 49-55.
- Pacherie, E. (2004). L'empathie et ses degrés. Dans *L'empathie* (pp. 149-181). Odile Jacob.
- Papez, J. (1937). A proposed mechanism of emotion. *The Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences* vol.7, n°1 , 103-112.
- Parsons, T., Kenny, P., Cosand, L., Iyer, A., & Courtney, C. .: (2009). A Virtual Human Agent for Assessing Bias in Novice Therapists. Dans J. Westwood, & . al., *Medicine Meets Virtual Reality 17* (pp. 253-258).
- Pasquariello, S., & Pelachaud, C. (2001). Greta: A Simple Facial Animation Engine. *Proceedings of the sixth Online World Conference on Soft Computing in Industrial Applications, Session on Soft Computing for Intelligent 3D Agents*.
- Pelachaud, C. (1991). *Communication and Coarticulation in Facial Animation*. PhD. Thesis.

- Pelachaud, C. (2009). Modelling Multimodal Expression of Emotion in a Virtual Agent. *Philosophical Transactions of Royal Society B Biological Science* vol.364 , 3539-3548.
- Pereira, G., Dimas, J., Prada, R., Santos, P., & Paiva, A. (2011). A generic emotional contagion computational model. *Proceedings of the 4th international conference on Affective computing and intelligent interaction (ACII'11)* , (pp. 256-266).
- Petrides, K. (2011). Ability and Trait Emotional Intelligence. Dans T. Chamorro-Premuzic, S. von Stumm, & A. Furnham, *The Wiley-Blackwell Handbook of Individual Differences* (pp. 656-678).
- Petrides, K., & Furnham, A. (2000). On the dimensional structure of emotional intelligence. *Personality and Individual Differences* vol.29 , 313-320.
- Petrides, K., Frederickson, N., & Furnham, A. (2004). The role of trait emotional intelligence in academic performance and deviant behavior at school. *Personality and Individual Differences* vol.36 , 277-293.
- Petrides, K., Pita, R., & Kokkinaki, F. (2007). The location of trait emotional intelligence in personality factor space. *British Journal of Psychology* vol.98 , 273-289.
- Picard, R. (1995). Affective Computing. *M.I.T Media Laboratory Perceptual Computing Section Technical Report n°321* .
- Picard, R. (2001). Building HAL : Computers that sense, recognize, and respond to human emotion. *Proceedings of the Sixth Conference on Human vision and electronic imaging*, (pp. 518-523). San Jose, USA.
- Picard, R. (1998). Toward Agents that Recognize Emotion. *Proceedings IMAGINA*, (pp. 153-165). Monaco.
- Plutchik, R. (2001). The Nature of Emotions. *American Scientist* vol.89, n°4 .
- Reeves, B., & Nass, C. (1996). *The Media Equation: How People Treat Computers, Television, and New Media Like Real People and Places*. Cambridge University Press.
- Reilly, W., & Bates, J. (1992). *Building Emotional Agents*.
- Reisenzein, R. (2006). Arnold's Theory of Emotion in Historical Perspective. *Cognition & Emotion* vol.20, n°7 , 920-951.
- Reisenzein, R. (1995). On Oatley et Johnson-Laird's Theory of Emotion and Hierarchical Structures in the Affective Lexicon. *Cognition and Emotion* vol.9, n°4 , 383-416.
- Reisenzein, R. (1994). Pleasure-Arousal Theory and the Intensity of Emotions. *Journal of Personality and Social Psychology* vol.67, n°3 , 525-539.
- Rodrigues, S., Mascarenhas, S., Dias, J., & Paiva, A. (2009). "I can feel it too!": Emergent empathic reactions between synthetic characters. *3rd International Conference on Affective Computing and Intelligent Interaction and Workshops*. Amsterdam.

- Romano, D., Sheppard, G., Hall, J., Miller, A., & Ma, Z. (2005). BASIC: A Believable, Adaptable Socially Intelligent Character for Social Presence. *The 8th Annual International Workshop on Presence*. London, UK.
- Russell, J. (1980). A Circumplex Model of Affect. *Journal of Personality and Social Psychology* vol.39, n°6 , 1161-1178.
- Russell, J. (2003). Core Affect and the Psychological Construction of Emotion. *Psychological Review* vol.110, n°1 , 145–172.
- Russell, J. (1994). Is There Universal Recognition of Emotion From Facial Expression? A Review of the Cross-Cultural Studies. *Psychological Bulletin* vol.115, n°1 , 102-141.
- Russell, J., Lewicka, M., & Niit, T. (1989). A Cross-Cultural Study of a Circumplex Model of Affect. *Journal of Personality and Social Psychology* , 848-856.
- Ryokai, K., Vaucelle, C., & Cassell, J. (2002). Literacy learning by storytelling with a virtual peer. *Proceedings of the Conference on Computer Support for Collaborative Learning: Foundations for a CSCL Community (CSCL'02)*, (pp. 352-360).
- Salovey, P., & Mayer, J. (1990). Emotional Intelligence. *Imagination, Cognition, and Personality* vol.9 , 185-211.
- Saucier, G., & Goldberg, L. (2006). Personnalité, caractère et tempérament : la structure translinguistique des traits. *Psychologie française* vol.51 , 265-284.
- Saucier, G., & Goldberg, L. (2003). The Structure of Personality Attributes. Dans M. Barrick, & A. Ryan, *Personality and Work : Reconsidering the role of personality in organizations* (pp. 1-29).
- Schachter, S., & Singer, J. (1962). Cognitive, Social, and Physiological Determinants of Emotional State. *Psychological Review* vol.69, n°5 , 379-399.
- Scherer, K. (2001). Appraisal Considered as a Process of Multilevel Sequential Checking. Dans K. Scherer, A. Schorr, & T. Johnstone, *Appraisal Processes in Emotion : Theory, Method, Research* (pp. 92-120). Oxford University Press.
- Scherer, K. (2000). Emotion. Dans M. Hewstone, & W. Stroebe, *Introduction to social psychology: A European perspective (3rd edition)* (pp. 151-191). Blackwell.
- Scherer, K. (1986). Emotion Experiences Across European Cultures : A Summary Statement. Dans K. Scherer, H. Wallbott, & A. Summerfield, *Experiencing Emotion : A Cross-Cultural Study* (pp. 173-189).
- Schlosberg, H. (1954). Three dimensions of emotion. *Psychological Review* vol.61, n°2 , 81-88.
- Schröder, M. (2003). *Speech and Emotion Research : An Overview of Research Frameworks and a Dimensional Approach to Emotional Speech Synthesis*. PhD. Thesis.
- Schröder, M., & Trouvain, J. (2003). The German Text-to-Speech Synthesis System MARY: A Tool for Research, Development and Teaching. *International Journal of Speech Technology* vol.6 , 365-377.
- Slooman, A. (2001a). Beyond Shallow Models of Emotion. *Cognitive Processing* vol.2, n°1 , 177-198.

- Sloman, A. (2001b). Varieties of Affect and the CogAff Architecture Schema. *Proceedings Symposium on Emotion, Cognition, and Affective Computing (AISB'01)*, (pp. 39-48).
- Smith, C., & Lazarus, R. (1990). Emotion and Adaptation. Dans L. Pervin, *Handbook of Personality : Theory and Research* (pp. 609-637). New-York: Guilford.
- Strickland, D. (1997). Virtual Reality for the Treatment of Autism. *Virtual Reality in Neuro-Psychophysiology* .
- Swartout, W., & al, &. (2010). Ada and Grace: Toward Realistic and Engaging Virtual Museum Guides. *Proceedings of the 10th international conference on Intelligent virtual agents (IVA'10)*, (pp. 286-300).
- Swartout, W., Gratch, J., Hill, R., Hovy, E., Marsella, S., Rickel, J., et al. (2006). Toward Virtual Humans. *AI Magazine - Special issue on achieving human-level AI through integrated systems and research archive vol.27, n°2* , 96-108.
- Tanguy, E. (2006). *Emotions : The Art of Communication Applied to Virtual Actors*. PhD. Thesis.
- Tartaro, A., & Cassell, J. (2008). Playing with Virtual Peers: Bootstrapping Contingent Discourse in Children with Autism. *Proceedings of the 8th international conference on International conference for the learning sciences (ICLS'08) - Volume 2*, (pp. 382-389).
- Tomkins, S. (2008). *Affect Imagery Consciousness*. New York, USA: Springer Publishing Company.
- Tu, X., & Terzopoulos, D. (1994). Perceptual modeling for the behavioral animation of fishes. *Proceedings of the Second Pacific Conference on Computer Graphics and Applications (Pacific Graphics '94)*, (pp. 185-200).
- Turing, A. (1950). Computing Machinery and Intelligence. *Mind vol.49* , 433-460.
- Velasquez, J. (1996). *Cathexis : A Computational model for the Generation of Emotions and their Influence in the Behavior of Autonomous Agents*. Massachusetts Institute of Technology: PhD. Thesis.
- Velasquez, J. (1997). Modeling Emotions and Other Motivations in Synthetic Agents. *Proceedings of the fourteenth national conference on artificial intelligence (AAAI'97)*, (pp. 10-15).
- Wallbott, H., & Scherer, K. (1986). Cues and channels in emotion recognition. *Journal of Personality and Social Psychology vol.51, n°4* , 690-699.
- Wiggins, J., Trapnell, P., & Phillips, N. (1988). Psychometric and geometric characteristics of the Revised Interpersonal Adjective Scales (IAS-R). *Multivariate Behavioral Research vol.23, n°4* , 517-530.
- Zeng, Z., Pantic, M., Roisman, G., & Huang, T. (2009). A Survey of Affect Recognition Methods: Audio, Visual, and Spontaneous Expressions. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence vol.31, n°1* , 39-58.