

# Modélisation des connaissances émotionnelles par les cartes cognitives floues

Nathalie Ronarc'h<sup>2</sup>, Gaële Rozec<sup>1</sup>,  
Fabrice Guillet<sup>2</sup>, Alexis Nédélec<sup>3</sup>, Serge Baquedano<sup>1</sup>, Vincent Philippé<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Performanse SA Atlanpôle La Fleuriaye 44470 CARQUEFOU

<http://www.performanse.fr>

<sup>2</sup> LINA - Polytech' Nantes rue Christian Pauc BP50609 44306 Nantes CEDEX 3  
{Prenom.Nom}@polytech.univ-nantes.fr

<sup>3</sup> CERV/ ENIB de Brest Technopôle Brest Iroise ; CP 15 ; 29608 Brest Cedex  
{nom}@enib.fr

**Résumé:** Les recherches en psychologie ont permis d'établir une relation entre émotions et prise de décision. La prise en compte de caractéristiques humaines telles que les émotions et la personnalité dans les processus d'interaction entre agents est au centre de ce travail. Il s'inscrit dans le cadre du projet GRACE (Groupes Relationnels d'Agents Collaborateurs Emotionnels)/ RIAM (Réseau des Industries, de l'Audiovisuel et du Multimédia) .

## 1 Introduction

Aujourd'hui peu d'outils permettent de décrire facilement les comportements d'individus. Les sciences humaines apportent leur expertise en proposant des modèles émotionnels décrivant le processus de décision et les comportements des humains dans un contexte donné. Les cartes cognitives émotionnelles basées sur le modèle Performanse SA nous servent d'outil de recueil d'informations sur l'évolution des émotions, suite à un événement donné. Douze émotions, influencées par les traits de personnalité de l'individu, sont ainsi représentées. La problématique est de traduire ces modèles en langage informatique. La combinaison de la socio-psychologie et du domaine multi-agent (Ferber 95) nous apporte les éléments nécessaires à la modélisation pertinente des comportements et des interactions d'agents humains pouvant évoluer dans un milieu virtuel.

Dans ce contexte les travaux du CERV/ LI2, associé au projet GRACE / RIAM , sur les SMA et la réalité virtuelle ont donné lieu à l'élaboration d'une simulation sur la plateforme AréVi (Harrouet) dans laquelle les entités considérées, c'est à dire des agents autonomes, sont capables de percevoir tout ou partie de leur environnement, de réagir aux événements en fonction de leur état interne et de leurs connaissances. Nos agents possèdent des capacités de raisonnement, ils sont munis d'états mentaux, ce sont des agents cognitifs. De plus les agents ont une personnalité qui nous permet de les distinguer.

## 2 Représentation du processus de décision de l'agent

Le processus de prise de décision de l'agent repose sur la boucle Perception – Décision – Action du fonctionnement des agents cognitifs. Ainsi les cartes cognitives émotionnelles (CEF) sont intégrées à un dispositif plus complexe de prise de décision de l'agent, tenant compte de ses connaissances, de l'évaluation de l'événement perçu et de son estimation de l'environnement. Le processus de prise de décision des agents, représenté Figure 1 et

proposé par l'expertise psychologique, comprend différents modules permettant d'affiner, d'ajuster et de rendre cohérents les comportements des agents en situation d'interactions sociales:

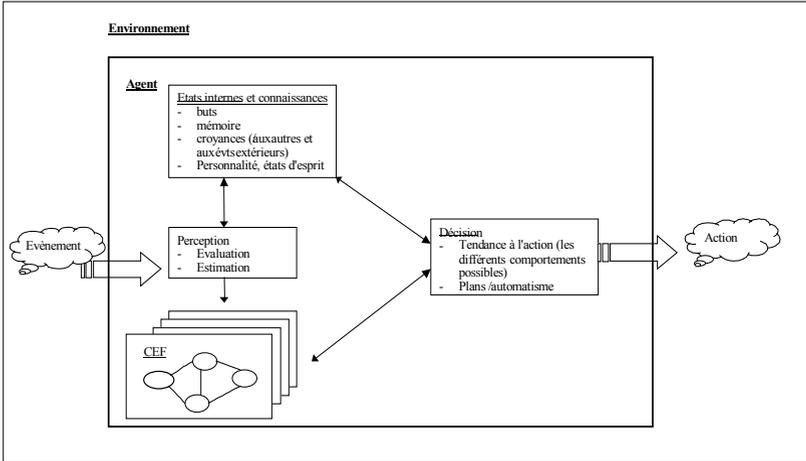


FIG. 1- Architecture générale du processus de prise de décision de l'agent

- un **module d'évaluation** de l'événement, composé de capteurs de l'environnement
- les **Etats internes** propres à l'agent jouant un rôle essentiel dans la prise de décision
- des CEF (FEM) sont des cartes cognitives émotionnelles capables de régir les émotions
- un **module de décision**, chargé d'évaluer le comportement à exprimer

L'agent éprouve une émotion selon l'événement provenant de l'extérieur, il y répond par un certain comportement, suite à un processus de décision, mêlant la dynamique des cartes cognitives émotionnelles mises en œuvre ainsi que les connaissances de l'agent et sa perception. Le comportement d'un agent est donc perceptible en terme d'actions, de plans, de décisions, d'interactions... qui découlent de sa structure et ses mécanismes internes.

### 3 Principe des cartes cognitives floues

Les cartes cognitives sont issues des travaux des psychologues (Tolman 48) qui introduisirent ce concept pour décrire le comportement animal. Tolman a étudié la capacité d'adaptation des rats face à des changements intervenus dans leur environnement, représentée par des cartes comportementales ou cartes cognitives. Il s'est aperçu que la représentation graphique d'une carte cognitive pouvait aider à la compréhension des mécanismes psychologiques qui justifie le comportement (*cognitive maps* (Tolman 48)). Elles furent associées à la logique floue pour devenir les cartes cognitives floues (CCF ou FCM : *Fuzzy Cognitive Maps* (Kosko 86)).

À l'image des réseaux sémantiques (Sowa 91), les CCF sont des graphes orientés dont les nœuds sont des concepts ( $C_i$ ) et les arcs des liens d'influence munis de poids ( $E_{ij}$ ) entre ces

concepts (figure 2) mesurant le *degré d'influence*. Un degré d'activation ( $A_i$ ) est associé à chaque concept, alors que le poids  $E_{ij}$  d'un arc traduit une relation d'inhibition ( $E_{ij} < 0$ ) ou d'excitation ( $E_{ij} > 0$ ) du concept  $C_i$  vers le concept  $C_j$ . Le niveau d'activation  $A_i$  de chaque concept  $C_i$  et  $C_j$  est calculée par la règle suivante (Aguilar 03):

$$A_i^{(t)} = \Sigma (A_j^{(t)} E_{ji}) + A_i^{t-1}$$

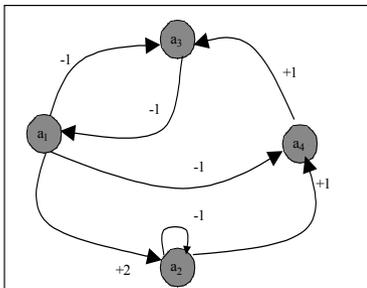
Où

$A_i^{(t)}$  est le niveau d'activation  $C_i$  à l'instant  $t$

$A_i^{t-1}$  est le niveau d'activation  $C_i$  à  $t - 1$  (niveau précédent)

$E_{ji}$  est la matrice indiquant la valeur du poids entre les concepts  $C_i$  et  $C_j$

La dynamique de la carte est calculée mathématiquement par produit matriciel.



La carte ci-contre est formée de 4 concepts et possède 7 arcs. Chaque concept  $C_i$  a un degré d'activation  $A_i$ .  $E$  est la matrice des liens

$$E = \begin{pmatrix} 0 & +2 & -1 & -1 \\ 0 & -1 & 0 & +1 \\ -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & +1 & 0 \end{pmatrix}$$

Un zéro dans la matrice des liens  $E_{ij} = 0$  désigne l'absence d'arc du concept  $C_i$  vers le concept  $C_j$  et un élément non nul de la diagonale  $E_{ii} = 0$  correspond à un arc du concept  $C_i$  sur lui-même.

Ici par ex  $a_3^{(t)} = a_1^{(t)} * (-1) + a_4^{(t)} * (+1) + a_3^{t-1}$

FIG. 2 - Schéma de principe des cartes cognitives(Tisseau 01)

## 4 Les cartes cognitives émotionnelles

Les cartes cognitives émotionnelles sont basées sur l'expertise psychologique de la société Performanse SA(Gras et al 03) et fonctionnent sur le principe des CCF. Les concepts peuvent être les émotions et le poids des arcs, les traits de personnalité. Nous avons une carte cognitive émotionnelle par type d'émotion. ).

Les 12 émotions retenues sont représentées dans 12 CCF. Le modèle Performanse SA s'inspire de l'approche du modèle OCC (Ortony et al. 1988). Des émotions positives et négatives ont été distinguées, selon qu'elles sont :

- propres à l'individu : Joie - Tristesse et Fierté - Honte
- en rapport aux échanges relationnels: Approbation - Opposition et Sympathie - Antipathie
- en rapport aux événements extérieurs: Espoir - Inquiétude et Satisfaction - Déception

Les paramètres variables dans le comportement des agents sont leurs états émotionnels. Les traits de personnalité, eux, sont fixes. Le modèle de comportement, sur lequel nous nous basons, est donc fonction des traits de personnalité de l'individu. Celui-ci a été mis en évidence à travers un modèle de personnalité, conçu par la société Performanse SA dans le cadre du logiciel **Dialecho** qui détermine le profil comportemental d'un individu à partir des réponses à un questionnaire regroupant 70 questions (Gras et al 03).

Les 10 dimensions comportementales bipolaires, ou *compétences comportementales*, dominants chez l'homme, et leurs antagonistes, sont regroupés ci-dessous:

Modélisation des connaissances émotionnelles par les cartes cognitives floues

EXT extraversion/ INT introversion; DIN dynamisme intellectuel/ CIN conformisme intellectuel; ANX anxiété/ DET détente; COM combativité/ CCL conciliation; AFF affirmation/RMC remise en cause; REA réalisation/ FAC facilitation; REC réceptivité/ DTM détermination; APP appartenance/ IND indépendance; RIG rigueur/ IMP improvisation; POU pouvoir/ PRO protection.

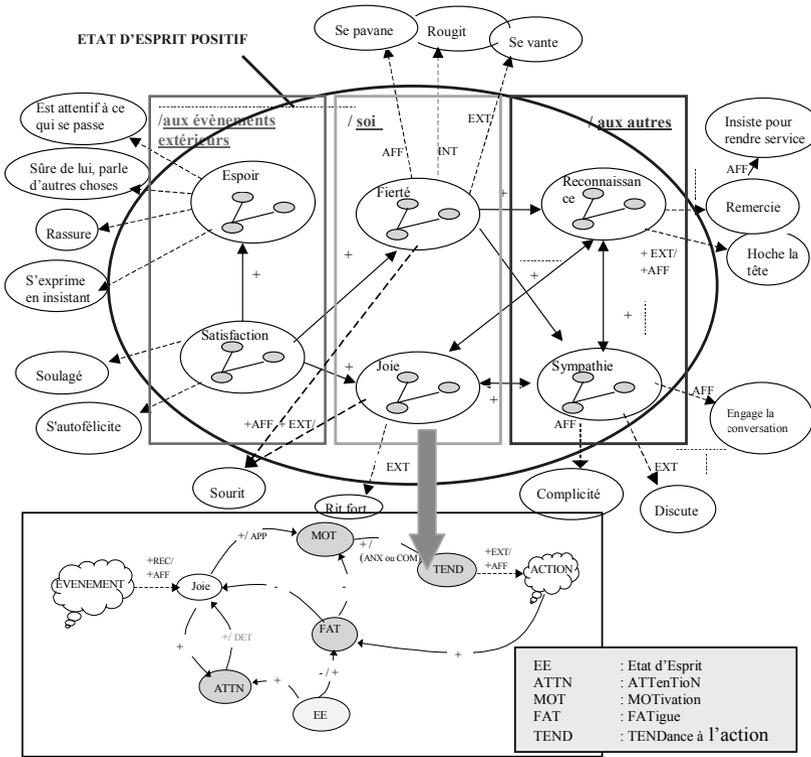


FIG. 3- Les cartes sont reliées entre elles, de même avec l'état d'esprit négatif.

La figure 3 présente un exemple de carte pour l'émotion JOIE. Suivant l'événement l'agent exprime une certaine émotion, comme par exemple la JOIE. Les concepts (l'émotion, l'attention à, la fatigue, la tendance à l'action et l'état d'esprit) sont reliés par des arcs pondérés par les profils comportementaux représentés par les traits de personnalité, ceux-ci sont pris en compte dans le calcul du niveau d'activation des concepts. Ces liens d'influence traduisent les relations excitatrices ou inhibitrices entre les concepts associés. La personnalité définit donc la façon dont varient les émotions.

Les 6 cartes des émotions positives sont reliées entre elles et représentent un état d'esprit positif (comme le montre la figure 3) et sont également reliées aux 6 cartes des émotions

négatives, représentant l'état d'esprit négatif. Ainsi l'état d'esprit montre une vue d'ensemble des états émotionnels chez un même agent.

## 5 Conclusion

La problématique est d'intégrer les notions complexes d'émotions et de personnalité afin de modéliser des comportements d'agents les plus fidèles. Au vu de ces différents éléments, l'utilisation de cartes cognitives floues, complétée des modules d'évaluation, de connaissances et de décision, nous apparaît donc pertinente et originale pour modéliser les trois niveaux représentatifs d'un comportement.

Formaliser des connaissances liées à la psychologie humaine permet d'envisager des perspectives intéressantes telles que la simulation des comportements et les dynamiques de groupe. Les domaines d'applications sont alors très divers : jeux, contexte professionnel.

## Références

- Aguilar J. (2003), A Dynamic Fuzzy- Cognitive Map Approach based on Random Neural Networks, *International Journal of Computational Cognition*, Vol 1, number 4, Pages 91 – 107, December 2003.
- Ferber J. (1995), Les Systèmes Multi-Agents, vers une intelligence, *Inter-éditions* 1995
- Gras R., Peter P., Baquedanno S. et Philippé J. (2003), Structuration de comportements de réponse à un questionnaire par des méthodes multi-dimensionnelles, *Numéro spécial Extraction et Gestion des Connaissances, Extraction des connaissances et Apprentissage*, Vol 17, number 1-3, Pages 105-118, Hermès, 2003.
- Kosko B. (1986), Fuzzy Cognitive Maps, *International Journal Man-Machine Studies* Vol 24, Pages 65-75, 1986.
- Harrouet, <http://www.enib.fr/~harrouet/>
- Louçà J.A. (2000), Cartographie Cognitive, Réflexion Stratégique et Interaction Distribuée: une Approche Multi-Agent, *Thèse de doctorat*, Université Paris Dauphine, Juin 2000
- Ortony A., Clore G., Collins A. (1988). The cognitive structure of emotion. *Cambridge University Press*, 1988.
- Sowa J.F.(1991), Principles of semantic network : exploration in the representation of knowledge, *Morgan Kaufmann Publisher Inc.*, San Mateo, 1991.
- Tisseau J. (2001), Réalité Virtuelle, autonomie in virtuo, Habilitation à diriger des recherches, *Université de Rennes 1*, Décembre 2001.
- Tolman E.C. (1948), Cognitive maps in rats and men, *Psychological Review* Vol 42, number 55, Pages 189-208, 1948.
- Wooldridge M. (2001), An introduction to Multiagent Systems. Wiley, 2001.

## Summary

Research in psychology made it possible to establish a relation between emotions and decision-making. A person deprived of emotions would be unable to make a decision or to carry out a reasoning. The taking into account of human characteristics such as the emotions and the personality in the processes of interaction between agents is in the center of this work.

