

# Modélisation computationnelle des émotions

Anaëlle MORIN  
Marianne RUBAT-CIAGNUS  
INSA Rouen Normandie, ASI5

## 1 Introduction

Dans un monde dans lequel de plus en plus de machines partagent notre quotidien, l'homme doit faire face à un nouveau genre d'interactions. L'humanisation de ces interactions permet de les améliorer et devient même nécessaire dans certaines applications telles que les agents virtuels. Cette humanisation passe par l'ajout de capacités émotionnelles aux machines. Mais l'émotion est une notion difficile à définir et à modéliser. Nous allons donc discuter des travaux déjà réalisés pour modéliser les émotions dans un ordinateur.

**Mots-clefs :** *Emotion, Embodied Conversational Characters, Human-computer interaction, Multi-agent systems*

## 2 Descriptions des émotions

Avant de pouvoir modéliser les émotions, il faut être capable de définir ce que c'est. Ce concept relève du domaine de la psychologie et est difficilement définissable. Nous pouvons tout de même retenir la définition de Ekman et Davidson [3] qui considèrent que l'émotion est une réaction spontanée et transitoire à un stimulus spécifique de l'environnement. L'absence de définition unique mène à de nombreuses modélisations différentes. Les plus connues sont l'approche catégorielle et l'approche dimensionnelle.

L'approche catégorielle se base sur les travaux de Darwin [2]. Ce dernier considère les émotions comme universelles et en définit un petit nombre comme basique car pouvant se retrouver chez n'importe qui. De cette théorie découle plusieurs modèles catégoriels comportant un nombre fini et parfois réduit d'émotions. Cependant, ce n'est pas le cas de Plutchik [10] qui considère les émotions comme une palette de couleur pouvant se décliner à l'infini.

L'approche dimensionnelle représente les émotions dans un espace multi-dimensionnel. J. A. Russell [14] propose de placer les émotions dans un espace à deux dimensions. Cependant, des chercheurs estiment ce nombre de deux dimensions comme insuffisant et montent à trois voire même à quatre dimensions ou plus, bien que cela soit moins fréquent. Un exemple de représentation tri-dimensionnelle est celle d'A. Mehrabian [7] avec les axes : plaisir-excitation-dominance. Là encore, le nombre et la teneur des axes ne trouvent pas d'accord. Une représentation avec les axes de valence (opposition des émotions positives et négatives) et d'activation (niveau d'excitation corporelle) dans le cas 2D auquel se rajoute l'axe de dominance (distinctions entre les émotions provenant du sujet lui-même ou de son environnement) est celle qui revient le plus souvent.

## Discussion

Le nombre et la nature des émotions définies par les différentes approches sont variables. Mais il est tout de même possible d'en faire ressortir six qui reviennent dans de nombreuses modélisations. Elles sont connues sous le

nom de Big Six [3] et regroupent : la tristesse, la colère, la peur, la joie, la dépression et la surprise.

Aucune approche ne se démarque des autres pour être celle qui colle le plus à la réalité. Cela implique qu'une modélisation computationnelle peut s'appuyer sur l'une ou l'autre de ces approches en fonction de ce qui veut être modélisé. Cela mène à de nombreux et variés modèles computationnels des émotions que nous allons maintenant vous présenter.

## 3 Modèles computationnels des émotions

Les chercheurs se sont intéressés à la modélisation et à l'émulation des émotions humaines par un ordinateur tels que la personnalité et le comportement affectif. Plusieurs systèmes se sont inspirés du modèle d'émotion OCC proposé par Ortony, Clore et Collins [9]. Ce modèle applique le principe selon lequel la force d'une émotion dépend principalement des événements, des agents ou des objets présents dans l'environnement. Le modèle distingue environ 28 catégories d'émotions et détermine des processus permettant de définir entièrement le système (catégorisation d'un événement, comportement résultant du personnage virtuel, etc).

D'autres systèmes ont voulu mettre en place des conversations et interactions entre machine et utilisateur dans un environnement à multi-personnages. Rist T, André E, Baldes S [12] ont proposé une méthode pour gérer un système multipartite. Ils ont banni le principe d'utilisation de script, dans lesquels il est défini, pour une situation donnée, que telle émotion est à adopter. Ils ont préféré se baser sur une approche similaire à de l'improvisation au théâtre. Le dialogue entre l'utilisateur et les personnages virtuels évolue au fur et à mesure. Pour permettre cela, chacun des personnages est équipé, séparément, d'un planificateur de comportement. Mais cette solution ne modélise pas explicitement les états affectifs des personnages.

Ainsi, certains projets ont cherché à modéliser les émotions dans un scénario multi-partite. Dans le cadre d'une application de répétition de mission militaire, Traum D et Rickel J [17] traitent de la gestion de dialogues multipartite de humain à agent virtuel et d'agent virtuel à agent virtuel dans des environnements virtuels immersifs. Le modèle est organisé en un ensemble de couches de gestion de dialogue, chacune comprenant un état d'information et un ensemble de dialogue d'actions qui changent cet état. Prendinger H, Saeyon S et Ishizuka M [11] ont proposé une autre solution pour définir l'état affectif dans un environnement multi-partite. Ils ont élaboré un système SCREAM qui calcule les états affectifs sur la base du modèle OCC, mais prend également en compte des aspects du contexte social, à savoir le rôle et le statut des personnages.

## Discussion

Une modélisation qui nous a marqué est la représentation algébrique des émotions proposée par Imen Tayari-Meftah [16] dans sa thèse. Basée sur l’approche catégorielle de Plutchik [10], elle représente les émotions dans un espace à huit dimensions reprenant les huit émotions de base du modèle de Plutchik. Elle laisse donc place à la représentation d’une infinité d’émotion. De plus, fait remarquable, la représentation vectorielle des émotions correspondant à leur coordonnées dans l’espace à huit dimensions permet des calculs algébriques ayant un sens réel pour les émotions humaines.

Une autre modélisation à noter est le modèle d’affect en couches appelée ALMA proposée par Gebhard P [4]. Tout d’abord le modèle distingue trois types d’affects : les émotions en tant qu’affect à court terme, les humeurs en tant qu’affect à moyen terme et la personnalité en tant qu’affect à long terme. Cela permet au modèle d’aller plus loin que seulement la modélisation de “l’émotion”. Pour l’humeur, le modèle se base sur le principe de A. Mehrabian [7], approche tri-dimensionnelle de l’émotion que nous avons déjà vu. Pour la personnalité, ALMA s’inspire du modèle de la personnalité à 5 facteurs [6], qui est une organisation hiérarchique des traits de personnalité en cinq dimensions fondamentales : l’extraversion, l’acceptabilité, la conscience, le neuroticisme et l’ouverture à l’expérience. Enfin, le modèle ALMA va combiner le tout avec un modèle OCC comme vu précédemment. Cette combinaison de plusieurs modèles permet à ALMA d’être une modélisation très complète, représentant plus que la notion “d’émotion” et adaptable à des situations diverses et variées comme l’exige les interactions avec les humains.

## 4 Applications

Maintenant que nous avons vu les modélisations informatiques de l’émotion pour un ordinateur, nous allons voir dans quels domaines et quelles applications nombreuses ces modèles peuvent être utilisés.

Une application très concrète est l’élaboration d’un guide virtuel de musée [13]. Des évaluations par utilisateur [8] ont montré que l’introduction d’un agent virtuel humanisé rend les présentations plus agréables et attrayantes. Une autre application implémentant la modélisation computationnelle d’une émotion est la réalisation de robots interagissant avec des humains [1]. A.J.N. van Breemen explique que la relation sociale entre un utilisateur et un robot dépend de la mesure dans laquelle un utilisateur est capable de comprendre le comportement du robot et de son aptitude à l’anticiper. Les robots réalisés tels que Lino et iCat peuvent notamment prendre des expressions faciales, d’où le besoin de représenter correctement les affects humains.

L’importance d’une émotion bien représentée par un ordinateur est aussi quelque chose de très important pour la pédagogie. Une première application, dans le domaine militaire, est proposé par le projet MRE [15]. Les soldats ont souvent à faire à des dilemmes humains et il est difficile de réaliser des entraînements adéquates. La réalisation d’un environnement virtuel avec des personnages fictifs aux sentiments et comportements humains est un besoin réel et constitue l’objectif premier de ce projet. Une

deuxième application dans le monde pédagogique est présentée dans l’article [4] pour tester l’implémentation du modèle ALMA. Une première version est faite pour analyser l’interaction de deux agents virtuels (un élève et une enseignante) avec des émotions différentes pour analyser comment les émotions des uns et des autres sont influencées. Pour expérimenter leur modèle, ils initialisent l’élève virtuel avec une humeur légèrement hostile et l’enseignante virtuelle avec une humeur légèrement détendue. Au début d’une leçon, l’élève virtuel donne des réponses rares et impolies. Mais les encouragements de l’enseignante poussent l’élève virtuel à produire de plus en plus de réponses amicales. Nous pouvons ici clairement voir une application complète de comment l’affect humain est compris et puis créer en fonction d’une situation actuelle.

## Discussion

La génération d’affect proposée par ALMA est une première approche fonctionnelle mais a encore besoin d’améliorations : par exemple l’intensité d’une émotion n’est pas influencée par l’ambiance actuelle. De plus, l’environnement proposé possède plusieurs personnages, il pourrait donc être intéressant de combiner le modèle ALMA avec des solutions multi-partite comme présentées précédemment. Il pourrait également être intéressant de tester ce système en ajoutant un élève humain. Ce modèle affectif reste néanmoins une bonne base de travail pour des développements futurs de personnages virtuels crédibles ressemblant à des êtres humains.

Nous remarquons qu’une des applications principales de la modélisation computationnelle des émotions est l’élaboration d’agents virtuels. McBreen H et Jack M [5] présentent des agents virtuels humanoïdes dans des applications de vente et proposent trois expériences conçues pour évaluer empiriquement ces agents. Succinctement, les expériences consistent à présenter les agents virtuels à des utilisateurs humains et ils doivent noter ces agents selon plusieurs critères tels que la voix, les postures, les expressions, etc. Ce qui est intéressant dans cet article est de voir le nombre important de facteurs qui permettent de rendre un éléments virtuels plus humain.

## 5 Conclusion

La modélisation des émotions pose problème déjà en dehors de l’informatique. Concept difficile à définir et à représenter, aucun modèle unique n’est à privilégier sur les autres. Cette diversité amène les chercheurs en informatique à faire un choix de départ sur la modélisation conceptuelle à partir de laquelle ils veulent construire leur modélisation computationnelle. Certaines modélisations mettent en place une conception détaillée et approfondie de l’émotion comme le modèle OCC. D’autres modélisations ont poussé ce concept jusqu’aux interactions multi-partite, mettant en place soit des scénarii prédéfinis soit des discussions qui progressent au fur et à mesure du temps.

L’enjeu est toujours de bien définir les états affectifs que ce soit pour reconnaître les émotions d’un protagoniste humain ou encore d’inclure des émotions dans les interactions de machines. Ainsi, d’innombrables applications, dans divers domaines, peuvent nécessiter la modélisation des sen-

timents. Le but est de rendre les interfaces attrayantes, les environnements plus réalistes et les interactions plus humaines.

Devant l'infinité des émotions humaines, un système pourra-t-il un jour reconnaître avec exactitude l'émotion ressentie par son interlocuteur ? De la complexité du panel des émotions montrées par un agent virtuel, dépend la maturité et la vraisemblance de l'humain qu'il représente. Deux problèmes se posent alors : la machine sera-t-elle capable de proposer l'émotion la plus juste possible à chaque situation et comment faire passer cette émotion à son interlocuteur.

## Bibliographie

- [1] A.J.N. van BREEMEN. "Bringing Robots To Life : Applying Principles Of Animation To Robtots". In : ().
- [2] Charles DARWIN et Phillip PRODGER. *The expression of the emotions in man and animals*. Oxford University Press, USA, 1998.
- [3] P. EKMAN et R. J. DAVIDSON. *The nature of emotion : Fundamental questions*. New York, NY, US, 1994.
- [4] Patrick GEBHARD. "ALMA : a layered model of affect". In : *4th International Joint Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems* (2005), p. 29-36.
- [5] H. M. MCBREEN et M. A. JACK. "Evaluating humanoid synthetic agents in e-retail applications". In : *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics - Part A : Systems and Humans* 31.5 ().
- [6] Robert R. MCCRAE et Oliver P. JOHN. "An Introduction to the Five-Factor Model and Its Applications". In : *Journal of Personality* 60.2 (2000), p. 175-215. DOI : [10.1111/j.1467-6494.1992.tb00970.x](https://doi.org/10.1111/j.1467-6494.1992.tb00970.x).
- [7] Albert MEHRABIAN. "Pleasure-arousal-dominance : A general framework for describing and measuring individual differences in Temperament". In : *Current Psychology* 14.4 (1996), p. 261-292. ISSN : 1936-4733. DOI : [10.1007/BF02686918](https://doi.org/10.1007/BF02686918). URL : <https://doi.org/10.1007/BF02686918>.
- [8] Susanne van MULKEN, Elisabeth ANDRE et Jochen MÜLLER. "The Persona Effect : How Substantial Is It ?" In : *People and Computers*. HCT'98. 1998, p. 53-66. ISBN : 1-4471-3605-7. DOI : [10.1007/978](https://doi.org/10.1007/978).
- [9] Andrew ORTONY, Gerald CLORE et Allan COLLINS. *The Cognitive Structure of Emotion*. T. 18. Jan. 1988. DOI : [10.2307/2074241](https://doi.org/10.2307/2074241).
- [10] Robert PLUTCHIK. *Emotions : A General Psychoevolutionary Theory*. 1980. Chap. 8. ISBN : 9781317757641.
- [11] Helmut PRENDINGER, Santi SAEYOR et Mitsuru ISHIZUKA. "MPML and SCREAM : Scripting the Bodies and Minds of Life-Like Characters". In : *Life-Like Characters : Tools, Affective Functions, and Applications*. Sous la dir. d'Helmut PRENDINGER et Mitsuru ISHIZUKA. Berlin, Heidelberg : Springer Berlin Heidelberg, 2004, p. 213-242. ISBN : 978-3-662-08373-4. DOI : [10.1007/978-3-662-08373-4\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-662-08373-4_10). URL : [https://doi.org/10.1007/978-3-662-08373-4\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-662-08373-4_10).
- [12] Thomas RIST, Elisabeth ANDRE et Stephan BALDES. "A flexible platform for building applications with life-like characters". In : 2003.
- [13] C. ROCCHI et al. "The Museum Visit : Generating Seamless Personalized Presentations on Multiple Devices". In : *Proceedings of the 9th International Conference on Intelligent User Interfaces*. IUI '04. Funchal, Madeira, Portugal : ACM, 2004, p. 316-318. ISBN : 1-58113-815-6. DOI : [10.1145/964442.964517](https://doi.org/10.1145/964442.964517). URL : <http://doi.acm.org/10.1145/964442.964517>.
- [14] J. A. RUSSELL. "A circumplex model of affect". In : *Journal of Personality and Social Psychology* (1980), p. 1161-1178.
- [15] W SWARTOUT et al. "Toward the Holodeck : Integrating Graphics, Sound, Character and Story". In : (2006).
- [16] Imen TAYARI-MEFTAH. "Modeling, detection and annotation of emotional states using an algebraic multidimensional vector space". Theses. Université Nice Sophia Antipolis, avr. 2013. URL : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00908233>.
- [17] David TRAUM et Jeff RICKEL. "Embodied Agents for Multi-party Dialogue in Immersive Virtual Worlds". In : *Proceedings of the First International Joint Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems : Part 2*. AAMAS '02. Bologna, Italy : ACM, 2002, p. 766-773. ISBN : 1-58113-480-0. DOI : [10.1145/544862.544922](https://doi.org/10.1145/544862.544922). URL : <http://doi.acm.org/10.1145/544862.544922>.