

Personnification d'entités par Agents Conversationnels

J. P. Sansonnet* F. Bouchet*†
jps@limsi.fr francois.bouchet@mcgill.ca

*LIMSI-CNRS BP 133 F-91403 Orsay cedex France

† SMART Laboratory, Université McGill
3700 McTavish, Montreal, QC H3A 1Y2 Canada

Résumé :

La question de l'accès à l'information ne se pose plus tant en termes de la production et du transport qu'en termes d'accroche, d'acceptabilité et d'assimilation auprès du grand public qui utilise massivement l'Internet. Pour ce faire, nous proposons une approche fondée sur la notion d'interaction dialogique entre un usager novice et un agent conversationnel chargé de médier des entités computationnelles. L'originalité de l'approche repose sur le principe de personnalisation d'une entité au moyen d'un agent qui s'identifie à elle.

Mots-clés : Entités Computationnelles, Agent Conversationnel, Personnification

Abstract:

Nowadays, ordinary people can access freely a large quantity of information through the Internet. Hence, issues of production and transport of computational entities are superseded by new requirements like enticement, acceptability and understanding. To achieve these goals, we propose an approach based on dialogical interaction between novice users and conversational agents that achieve the mediation of computational entities. The originality of the approach is based on the principle of personification of an entity by an agent, where the agent and the entity share a single identity.

Keywords: Computational objects, Conversational agent, Personification

1 Introduction

1.1 Interaction avec des topics

Avec le développement de la culture Internet, le grand public a accès à une pléthore d'entités computationnelles qui foisonnent dans les applications et services Web. La nouveauté vient du fait que cet accès est à la fois *instantané* : à l'instant où une entité est créée elle est potentiellement 'consommable' par des millions de gens, et *direct* : l'entité est proposée sans qu'un spécialiste, un professionnel, ne soit là en personne afin d'en aider l'appréhension, par exemple pour des usagers novices.

Les entités dont nous parlons, et que nous appellerons en abrégé pour la suite de l'article des **topics**, sont des structures de données au sens informatique du terme, synthétisées dans un but de médiation envers un public cible. Il

s'agira par exemple de données contenant des informations (techniques, encyclopédiques, statistiques...) élaborées dans un but (didactique, institutionnel, social, ludique, prosélyte, publicitaire...). Ces entités se présentent sous des formes qui peuvent être relativement simples (texte, photo, texte illustré, avec ajout de tables et de graphiques...) ou plus sophistiquées (graphiques animés voire manipulables, applications interactives, jeux sérieux...), et sont souvent proposées dans le cadre d'activités (éducatives, ludiques, commerciales, sociales, ...). Par leur foisonnement même, les topics entrent en compétition entre eux :

- pour toucher leur public : c'est le problème de l'**accroche** [20] ;
- pour ne pas être délaissés tout de suite ('discarded') : c'est le problème de l'**acceptabilité** ergonomique [39] ;
- pour être pris au sérieux : c'est le problème de la **crédibilité** [17] ;
- pour qu'ils soient correctement assimilés : c'est le problème du **but communicatif** [10].

Malheureusement, la plupart d'entre eux sont exprimés sous forme de pages simples qui sont noyées dans le Web (accroche) ; d'autres topics, à la structure plus dynamique, rebutent les utilisateurs par leur complexité et leur hermétisme (acceptabilité) ; enfin le but communicatif, lié à la notion de crédibilité, suppose que les usagers s'approprient le topic pour le comprendre et y croire, par exemple en expérimentant et en débattant à son propos.

Dans ce contexte, étant donné un topic d'intérêt, notre proposition consiste à le personnifier via un agent conversationnel qui fait qu'un usager peut alors interagir avec cette entité-agent comme s'il s'agissait d'une personne, suivant ainsi la tendance naturelle à la personification des artefacts technologiques décrite par [32].

1.2 Agents conversationnels

Ce travail est fondé sur la notion d'Agent Conversationnel Assistant qui se situe à l'intersection de deux domaines de recherche :

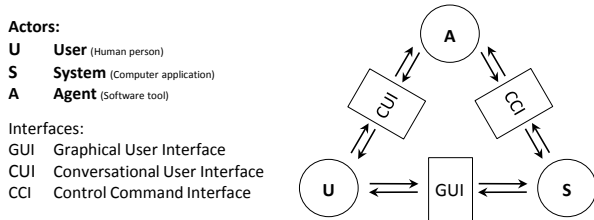


FIGURE 1 – Principe d’interaction UAS dans le cadre de conversation pour assistance.

Agents assistants Il s’agit d’outils logiciels destinés à assister, de multiples manières, les gens ayant affaire à des activités informatiques ou médiées par de l’informatique [27]. Les agents assistants se fondent sur les principes de raisonnement, tels que définis en Intelligence Artificielle, et se focalisent sur la notion d’agent rationnel [3].

Agents conversationnels Il s’agit de personnages virtuels [8] qui interagissent avec les gens lors de sessions dialogiques impliquant plusieurs modalités : langue naturelle écrite ou parlée, gestes, émotions faciales, actions sur l’interface et dans l’environnement, *etc.* La plupart des agents conversationnels sont munis d’une personnalité [24] (un personnage psychologique) et sont de ce fait supposés interagir avec les usagers en accord avec le personnage qu’ils endossent : rôle social, traits de personnalité, affects. La recherche sur les agents conversationnels se focalise sur la modélisation de la psychologie humaine (états mentaux, émotions, *etc.*) [14] [19] ainsi que sur son expression sous forme de personnages graphiques animés interagissant dans des sessions dialogiques [13] [23].

Dans cette étude on restreindra la notion d’assistance aux situations où l’usager est novice (*i.e.* une personne du grand public) et où les outils d’assistance sont explicitement appelés par l’usager. Nous utilisons alors le mot *assistant* comme un terme générique qui englobe plusieurs sous-cas de situations conversationnelles comme par exemple :

- *Agents présentateurs* : outils logiciels non interactifs affichant du contenu informationnel à propos d’un sujet (appelé par la suite le ‘topic’) ;
- *Agents d’aide* : outils logiciels apportant une aide active aux usagers ayant besoin de remplir une tâche dans un environnement informatique qu’ils connaissent mal ;
- *Agents majordomes* : des assistants personnels, tels que les ‘butlers’ de P. Maes [27] ;
- *Agents amis* : des agents logiciels jouant le rôle d’amis dans les activités ludo-sociales (*e.g.*

‘chatbots’, réseaux sociaux, *etc.*) ;

- *Agents compagnons* : des partenaires (ou adversaires) dans les jeux de rôles, les jeux sérieux ;
- *Agents tuteurs* : des agents jouant le rôle d’enseignants dans les activités didactiques ;
- *Agents entraîneurs* : des instructeurs dans les activités d’entraînement, en simulation par exemple ;
- *Agents ‘coachs’* : mesurant et contrôlant la vie privée des gens (*e.g.* pour faire un régime).

Toutes ces situations partagent un même schéma interactionnel : trois acteurs (Usager, Agent, Système) sont en interaction bilatérale via trois interfaces (Graphique, Dialogique, Contrôle), tel qu’illustré par la Figure 1. La liste ci-dessus est longue mais a le mérite de montrer le spectre des modes interactionnels potentiels entre humains et agents, qui va de la situation où l’usager a un contrôle total sur l’assistant jusqu’à la situation inverse.

Les agents conversationnels constituent un domaine de recherche très actif [7] qui a pu établir qu’ils possèdent de bonnes propriétés concernant : l’intérêt (‘user-friendliness’) [26] utile pour l’accroche, l’acceptabilité [12], la crédibilité [22], et enfin la performance accrue du couple humain-agent [5], utile pour l’assimilation des notions. C’est pourquoi ils constituent une approche prometteuse pour répondre aux questions posées ci-dessus à propos de l’interaction du grand public avec des topics.

1.3 Personnification des topics

Le principe de base de la personnification d’un topic s’appuie sur la notion d’agent conversationnel assistant placé dans une situation UAS telle qu’illustrée dans la Figure 1, le système jouant alors le rôle du topic. Toutefois il y a une différence essentielle : l’agent et le système sont confondus en une seule **identité** qui doit être perçue comme telle par l’utilisateur. Il faut alors fusionner trois éléments :

- *Fusion des modèles* : le modèle symbolique qui représente le système/topic doit être associé au modèle de l’agent assistant ;
- *Fusion des apparences* : l’usager voit normalement sur l’écran le système (en fait son interface graphique) et par dessus le système l’agent qui est généralement représenté par un personnage virtuel animé. Une telle dualité étant contraire au principe d’identité, le personnage virtuel animé doit alors s’effacer au profit de la seule visualisation du topic (sauf dans le cas très

– *Fusion des personnalités* : l’agent endosse implicitement le rôle générique d’assistant, caractérisé par des traits de personnalité stéréotypiques simples contraignant fortement ses stratégies conversationnelles : il est serviable, poli, obéit toujours, *etc.* Par contre lorsque l’agent est identifié à un topic, sa personnalité doit être consistante avec ce topic (c’est un point important jouant notamment sur la crédibilité de l’agent, comme l’a souligné Davis [12]) : elle présente alors une plus grande variabilité. Par exemple, si le topic est un personnage historique, l’agent doit endosser sa personnalité. Nous verrons à la section 3 qu’il est aussi envisageable de doter des entités non humanoïdes de traits de personnalité spécifiques, mais nous n’abordons pas les questions de nature philosophique relatives à ce sujet, telles qu’elles ont été posées par exemple par Nagel [28].

2 Architecture

Dans cette section nous présentons une architecture, appelée framework R&B, qui constitue un cadre d'étude et d'expérimentation des relations souvent très intriquées [18] [35] entre le raisonnement rationnel (au sens du 'practical



- *Principe de séparation* : afin d'éviter les confusions entre concepts ressortant du domaine rationnel et du domaine psychologique ainsi que pour séparer les compétences des concepteurs (Intelligence Artificielle / Psychologie Computationnelle) l'agent est composé de deux moteurs distincts (Rational Engine et Behavioral Engine – qui ont donné le nom au framework R&B pour “Rational and Behavioral agents”) qui exécutent chacun des heuristiques propres à un domaine.

La Figure 2 présente l’architecture générale du framework R&B. Cette architecture se situe directement dans le cadre conversationnel UAS, défini Figure 1. Pour plus de détails, on peut se reporter à [1] ou à la page du projet R&B ¹.

Dans cette section nous définissons un modèle mental pour un agent conversationnel avec deux contraintes : d’une part, il est juste suffisamment simple pour supporter les exemples présentés à la section 4, et d’autre part, il couvre les principales notions que l’on peut trouver dans la littérature sur la modélisation des états mentaux [33]. C’est pourquoi certaines simplifications ont été introduites, *e.g.* nous considérons

1. <http://www.limsi.fr/~jps/research/rnb/rnb.htm>

TABLE 1 – Quatre classes d'états mentaux

	Unaire	Binaire
Statique	Traits Ψ_T	Rôles Ψ_R
Dynamique	Moods Ψ_m	Affects Ψ_a

les traits et les rôles comme étant totalement statiques (alors que certains travaux dans le domaine des organisations considèrent que l'autorité peut évoluer – ceci est bien sûr une question d'échelle de temps : pour ce qui nous concerne, nous nous limitons à une session dialogique). Nous distinguerons quatre types d'états mentaux organisés selon deux axes : dynamicité et arité, comme illustré dans la Table 1.

Traits (Ψ_T) ils correspondent aux attributs de personnalité classiques qui sont considérés comme stables chez l'agent. Ils sont implémentés dans le modèle des cinq facteurs (OCEAN), utilisé couramment en psychologie [21] :

- **Openness** : attirance pour l'aventure, l'imagination, et la curiosité. Ce trait se divise en six facettes dans le standard NEO PI-R (discuté plus bas) : Fantasy, Aesthetics, Feelings, Actions, Ideas, Values ;
- **Conscientiousness** : tendance à l'autodiscipline et au désir d'atteindre et de réaliser les buts. Facettes : Competence, Orderliness, Dutifulness, Achievement-striving, Self-discipline, Deliberation ;
- **Extraversion** : personnalité dominée par les émotions fortes et positives et une tendance à rechercher la compagnie des autres. Facettes : Warmth, Gregariousness, Assertiveness, Activity, Excitement-seeking, Positive-emotions ;
- **Agreeableness** : tendance à se comporter de manière compassionnelle et coopérative. Facettes : Trust, Straightforwardness, Altruism, Compliance, Modesty, Tender-mindedness ;
- **Neuroticism** : tendance à éprouver des sentiments et émotions négatifs. Facettes : Anxiety, Angry-Hostility, Depression, Self-consciousness, Impulsiveness, Vulnerability.

Dans des travaux récents, portant sur la classification des traits de personnalité [2], nous avons été amenés à raffiner ce modèle de traits en utilisant les résultats issus de la littérature en psychologie, en particulier les *facets* du modèle NEO PI-R [11] qui pour chaque trait proposent six sous-cas (chacun muni d'un pôle positif : le concept, et d'un pôle négatif : son antonyme), définissant ainsi un espace à 60 positions.

En fait, si on se place du point de vue purement computationnel, les définitions associées

aux facettes de la taxonomie OCEAN/NEO PI-R manquent encore de précision. C'est pourquoi nous avons raffiné les facettes NEO PI-R en "schémas comportementaux", obtenus à partir de la classification de gloses WordNet, associées à des adjectifs de personnalité [34]. Nous ne donnons pas la liste de ces schémas (il y a en moyenne 2.3 schémas par facette) mais nous utiliserons l'un d'entre eux, Talkative, dans l'exemple développé à la section 4.

Moods (Ψ_m) ou humeurs, sont associées aux attributs mentaux de l'agent qui varient au cours du temps en fonction des événements provenant du monde extérieur, filtrés par les processus psychologiques qui les mettent rapport avec l'état mental présent de l'agent (comme l'*appraisal* [15] et le *coping* [25]). Nous définissons alors pour un agent quatre moods de base :

- Energy est la force physique ;
- Happiness est le bien-être physique ;
- Confidence est la confiance en soi cognitive ;
- Satisfaction est la satisfaction cognitive.

Rôles (Ψ_R) ils représentent les relations statiques entre l'agent et les autres acteurs agissant dans le monde. Dans le cas d'un agent conversationnel, les rôles se distribuent le long de l'échelle définie à la Section 1.2 et font intervenir essentiellement l'autorité et la familiarité. Nous nous limiterons donc ici à la définition de deux catégories de rôles :

- **Authority** : il s'agit du droit que l'agent pense avoir de se comporter de manière directive vis-à-vis des autres et réciproquement de ne pas accepter les directives venant des autres. Ce rôle est souvent antisymétrique

$$\text{Authority}(X, Y) = -\text{Authority}(Y, X)$$

où '-' dénote la relation antonyme.

- **Familiarity** : il s'agit du droit que l'agent pense avoir de pouvoir se comporter de manière informelle voire familière envers les autres. Ce rôle est souvent symétrique :

$$\text{Familiarity}(X, Y) = \text{Familiarity}(Y, X)$$

Affects (Ψ_a) le terme affect est utilisé de manière spécifique ici pour dénoter les relations variables entre l'agent et l'utilisateur. Nous distinguerons trois sortes d'affects :

- **Dominance** : l'agent se sent puissant vis-à-vis d'un autre acteur. Cette relation est souvent antisymétrique :

$$\text{Dominance}(X, Y) = -\text{Dominance}(Y, X)$$

- **Coopération** : l'agent a tendance à se comporter de manière sympathique et coopérative avec les autres. Cette relation n'est pas nécessairement symétrique.
- **Trust** : l'agent a le sentiment qu'il peut faire confiance à l'autre (pas nécessairement symétrique).

Les quatre classes d'états mentaux de la Table 1 ainsi que leur sous-classes définissent une vaste combinatoire, sensée selon les psychologues cartographier les bases de la psychologie. C'est pourquoi l'approche computationnelle se doit d'être, dans un premier temps, une approche à base de cas. Par exemple dans l'étude développée à la Section 4, nous considérerons uniquement les états mentaux suivants :

- Traits : le schéma comportemental Talkative, rattaché au trait Extraversion, et plus précisément à la facette Warmth+ dans OCEAN/NEO PI-R.
- Moods : les deux catégories cognitives Confiance et Satisfaction.
- Rôles : leur influence se faisant au niveau de la session dialogique, ils seront discutés seulement à partir de la section 4.5.
- Affects : ils sont le pendant dynamique des rôles et ne seront pas traités directement ici.

3 Personnification graphique

3.1 Le toolkit DIVA

Le laboratoire LIMSI a développé une plateforme logicielle orientée Web pour supporter ses développement d'agents conversationnels animés dans l'Internet nommée DIVA², acronyme de "DOM Integrated Virtual Agents". Le DOM est une interface standard, indépendante de tout langage et de toute plateforme, qui permet aux programmes et scripts d'accéder et de modifier dynamiquement le contenu, la structure et le style des documents HTML ou XML. Cette architecture possède trois points saillants :

- 1) Elle intègre une technologie de type 'chatbot' qui sont les lointains descendants du programme Eliza [38] et qui se répandent actuellement sur l'Internet, comme par exemple ALICE³ [37], HAL⁴, Jabberwacky⁵, Elbot⁶ ... La technique employée dans DIVA est fondée sur des patterns linguistiques de type expressions régulières qui autorisent une analyse suffisamment fine des interactions en langue naturelle avec les usagers pour permettre un dialogue dans le cadre d'applications ciblées (notion de 'petit monde') ;
- 2) Les personnages virtuels animés sont intégrés au DOM contrairement aux technologies Web standard qui utilisent des outils externes, comme des insertions à base d'objets 'Flash' par

exemple. Les agents DIVA peuvent donc interagir de manière fine avec le contenu même des pages qu'ils habitent ;

3) Le toolkit DIVA supporte plusieurs niveaux de personnification. Cela veut dire qu'un agent intégré à la page Web peut être associé à divers types d'entités (cf. exemples de la section 3.2).

3.2 Niveaux de personnification graphique dans le toolkit DIVA

La Figure 3 donne des exemples d'entités intégrées à des pages Web en tant qu'agents conversationnels ainsi que leurs personnifications associées. On peut dialoguer avec ces entités en tapant des phrases dans la boîte de dialogue au bas de la page Web ; l'agent associé à l'entité personnifiée réagit alors de manière multimodale (texte, animations, actions...). On peut aussi interagir avec la personnification de l'entité : par exemple pour la déplacer, l'agrandir, l'iconifier etc. On peut distinguer trois catégories :

1–2 *Entités abstraites* : des graphiques représentant un objet commercial (*Scenic*®) et un objet de didactique des mathématiques (*Plot3D[Sin(x, y)]*).

3–4 *Entités vivantes* : des représentations photographiques de personnages compagnons (*Fifi*), historiques ou mythiques (*Adam&Eve*).

5–6 *Agents assistants* : des agents conversationnels animés non plus identifiés au topic de la page Web mais qui l'assistent : le *Djinn* cartoon aide à jouer aux tours de Hanoï ; *Elsi* et *Cyril* sont des personnages virtuels réalistes pouvant être intégrés comme agents assistants déictiques (capables de pointer et d'agir sur les objets DOM) dans des applications Web.

Les trois propriétés essentielles de DIVA rendent opératoire l'hypothèse qu'il est possible de créer une entité à partir d'un phénomène d'intérêt, puis de lui associer un agent conversationnel incarnant ce phénomène et pouvant être interrogé en tant que personne par un usager via une page Web.

4 Personnification comportementale associée à un topic abstrait

4.1 Choix du topic à personnifier

Dans la section précédente, plusieurs types de topics ont été illustrés, allant de sujets abstraits comme *Plot3D[Sin(x, y)]* jusqu'à des sujets

2. DIVA <http://www.limsi.fr/~jps/online/diva/divahome/>

3. ALICEBOT <http://alicebot.blogspot.com>

4. HAL <http://zabaware.com>

5. JABBERWACKY <http://www.jabberwacky.com>

6. ELBOT <http://www.elbot.com>

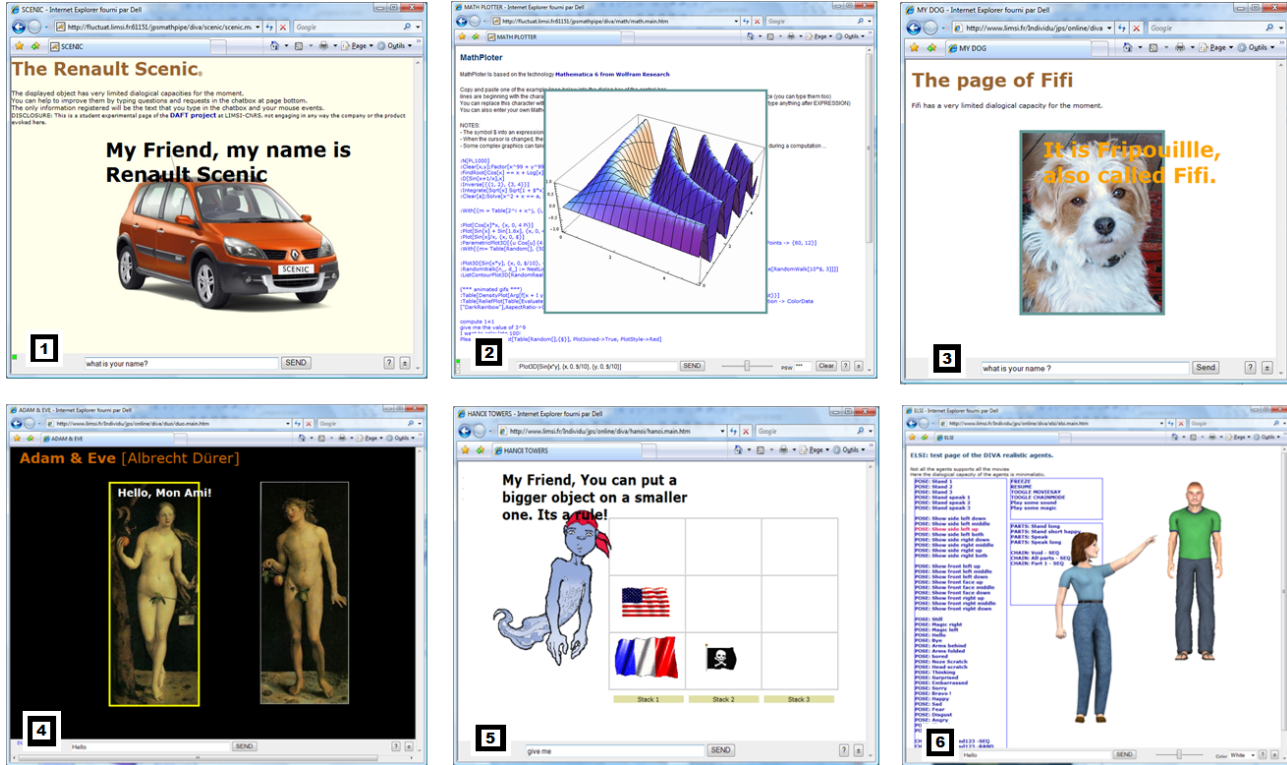


FIGURE 3 – Multiples niveaux de personnalisation graphique dans le toolkit DIVA.

humains. Lorsque le sujet est humain, l'association d'une personnalisation comportementale est relativement directe (même si elle demeure une question difficile – cf. l'agent “Bovary” [9]). C'est pourquoi dans l'étude de cas proposée ici nous avons choisi de considérer un phénomène d'intérêt totalement abstrait : le chômage en France depuis 20 ans.

Ce sujet a été traité dans des livres, des films documentaires, et des sites Internet lui sont consacrés⁷ qui fournissent des données (nombreux graphiques) et des commentaires textuels. Il s'agit généralement de sites édités une fois pour toute (même si on prend en compte la dynamique wiki) qu'il est difficile de manipuler automatiquement, par exemple pour produire un agent associé. Cependant, les travaux menés dans le cadre du Web sémantique pour extraire des données venant du Web en vue de ‘post-produire’ de nouveaux documents commencent à porter leurs fruits, par exemple :

– Alpha⁸ de Wolfram Research prend une requête de type Q&A [36] et ne renvoie pas un simple texte mais une page Web construite sur le sujet. La version 8.0 de Mathematica ayant un accès intégré à Alpha, il est possible d'obtenir sous forme symbolique les données recueillies

par une requête Alpha.

– QWiki⁹ qui s'appuie sur la technologie Alpha, post-produit les données venant de Alpha pour produire des pages Web extrêmement élaborées tant au niveau du contenu que de la présentation.

Ces deux exemples montrent que dans le futur on va bien avoir affaire à un foisonnement de sujets d'intérêt, synthétisés automatiquement à partir d'une demande effectuée par un usager, et post-produits pour être présentés sous des formes très sophistiquées. C'est la raison pour laquelle nous avons choisi de nous appuyer sur des données produites par Alpha pour notre phénomène d'intérêt. Deux requêtes successives sont posées à Alpha et donnent comme résultats les Figures 4 et 5 : seule la partie haute de la page Web de réponse est reprise¹⁰.

4.2 Construction du modèle d'agent

Dans cette section, nous adoptons la stratégie définie à la Section 1.3 : l'agent conversationnel et le topic constituent une seule identité. Il s'en suit que l'utilisateur interagit directement avec le

7. http://fr.wikipedia.org/wiki/Chômage_en_France

8. <http://www.wolframalpha.com>

9. <http://www.qwiki.com/>

10. En fait, on obtient aussi d'autres informations, par exemple sous forme de tables, comme illustré dans la Figure 6

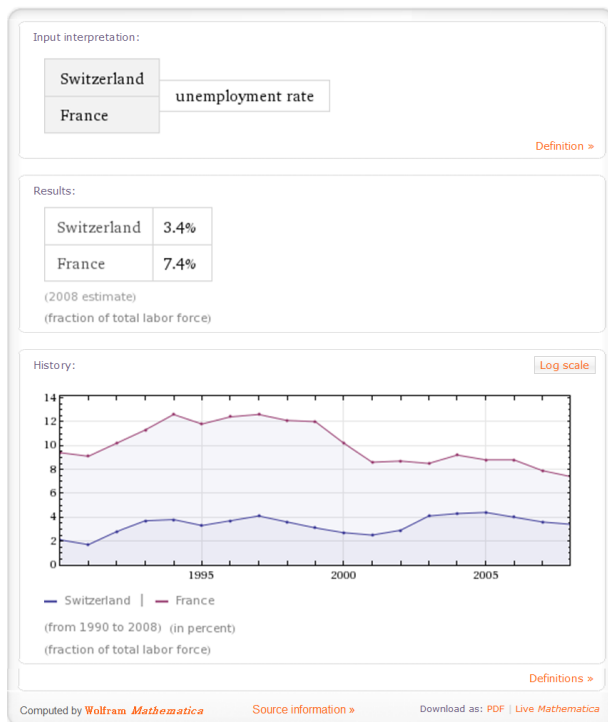


FIGURE 4 – Requête posée : “unemployment rate switzerland france” (partie haute)



FIGURE 5 – Requête posée : “unemployment rate ireland france”. (partie haute)

topic et s’adresse à lui comme à une personne. Il faut donc construire un agent conversationnel qui sera chargé de médier de manière multimodale l’information contenue dans le topic. En s’appuyant sur les principes du framework R&B défini Section 2.1, on retient deux modes essentiels :

– *Expression rationnelle* On doit pouvoir poser des questions en langue naturelle à l’agent-topic et recevoir des réponses factuelles. Pour ce faire, il faut transférer les informations factuelles dans le modèle symbolique (*i.e.* la base de connaissances) de l’agent

– *Expression psychologique* Puisque l’agent s’identifie au topic, cela doit être reflété dans ses états mentaux et avoir un impact sur son expression multimodale. Pour cela, il faut relier les informations factuelles aux états mentaux de l’agent *i.e.* à la partie de la base de l’agent qui modélise sa psychologie.

L’opération qui associe les informations factuelles à l’expression rationnelle et psychologique n’est pas neutre : elle nécessite une prise de position, une interprétation des données de la part du concepteur. Pour la partie rationnelle, il s’agit de *sélectionner* ce qui sera mis dans le modèle ou non, c’est-à-dire ce qui sera objet possible de conversation ou pas. Pour la partie psychologique, il s’agit d’attribuer des opérateurs d’*influence* sur les états mentaux de l’agent. Dans les deux cas, cela revient à porter un jugement sur les données. Ce jugement dépend de l’instance qui exprime les données mais aussi de la personne qui les reçoit : il faut donc bien définir les rôles et intentions communicatives respectifs.

Par exemple, dans la Figure 4, on trouve le fait simple ϕ = “le taux de chômage en France est de 7,4% contre 3,4% en Suisse ; de plus cette différence est stable sur 20 ans comme l’indique le graphique”. Le concepteur (*i.e.* l’instance qui produit l’agent) doit adopter un rôle, choisi parmi au moins l’un des suivants : le concepteur peut être Suisse, Français, Autre. Indépendamment du rôle choisi, le concepteur doit adopter une intention communicative, choisie parmi plusieurs possibilités : qu’il soit positif ou négatif, il peut se féliciter de l’écart, le déplorer ou minimiser la pertinence même de l’écart¹¹. Le passage sous silence pourrait aussi

11. On notera que déterminer automatiquement si un écart est pertinent ou pas est une question difficile, indépendamment du fait qu’on veuille ensuite le souligner ou au contraire le minimiser. Par exemple, la différence France/Irlande (7.4% vs 6%) vaut-elle d’être réifiée ?

être envisagé comme une forme extrême de minimisation, mais cela irait alors à l'encontre du rôle rationnel de l'agent. Symétriquement l'utilisateur a également un rôle (Suisse, Français(e) ou Autre), et une intention communicative (explicitée par l'utilisateur lui-même ou inférée par l'agent à partir du profil de l'utilisateur). Cela débouche sur une combinatoire de positions conversationnelles que nous ne pouvons pas développer ici ; en effet si on considère seulement les nationalités respectives et si on s'appuie sur un modèle stéréotypique du nationalisme, on aura :

Usager	Agent	Attitude de l'agent (ϕ)
Français	Français	triste/honteux
	Suisse	compatissant/moqueur
Suisse	Suisse	heureux/fier
	Français	congratulant/amer

Notons que les variations possibles dans l'attitude de l'agent dépendent de ses états mentaux (*e.g.* pour choisir entre amertume et félicitations dans le cas Suisse/Français), dont nous détaillerons l'impact en section 4.4. Pour réduire la combinatoire, on supposera pour la suite de l'exemple que l'agent est Français et s'adresse à un usager Français. L'intention communicative est de souligner la valeur absolue ainsi que l'écart (avec la Suisse et l'Irlande), et de déplorer ce dernier s'il est défavorable. La Table 2 donne alors les informations symboliques associées aux expressions rationnelles et psychologiques pour ce phénomène d'intérêt particulier. Globalement, dans la partie rationnelle du modèle, on enregistre la valeur absolue (Rate-unempl-F) et la différence entre les deux courbes du graphique pour les deux pays (Dif-unempl-FS, Dif-unempl-FI) alors que dans la partie psychologique, deux attributs mentaux appartenant à la sous-partie mood) du modèle de l'agent sont liés aux écarts avec les deux pays de la manière suivante (les lettres correspondant au taux de chômage pour le pays ayant cette initiale) :

$$(1) \text{ Satisfaction} = F - I$$

$$(2) \text{ Confidence} = F - \frac{S + I}{2}$$

4.3 Interaction dialogique faisant intervenir l'expression rationnelle

Supposons que l'utilisateur s'adresse à l'agent pour l'interroger sur un aspect *factuel* du topic :

U : “*Quel est le taux de chômage en France*”

TABLE 2 – Modèle symbolique de l'écart de chômage : France / Suisse et Irlande.

Domaine	type d'op.	Attribut
Ration.	δt	Rate-unempl-F = List[...] Dif-unempl-FS = List[...] Dif-unempl-FI = List[...]
Psych.	$\Delta mood$	[-1,1] Satisfaction $\pm \Delta$ [-1,1] Confidence $\pm \Delta$

Dans la liste des patterns associés à l'attribut rationnel Rate-unempl-F, on aura la règle :

QUEST & /taux chômage france/ $\rightarrow$
Comment(Rate-unempl-F)

Le déclenchement de cette règle fait que l'agent accède à la valeur de l'attribut Rate-unempl-F dans sa base de connaissances et peut en effectuer de manière multimodale un commentaire à l'utilisateur. La stratégie des commentaires est liée à chaque attribut par une règle de type :

Comment(Rate-unempl-F) :=
If val < 0. **Then** Play SORRY & Say "C'est malheureusement @val %";
Else Play HAPPY & say "Le [taux de] chômage en France (n'est que | est) de @val %"
Où @val insert la valeur de l'attribut dans la phrase de réponse.

Cette interaction est avant tout rationnelle : l'utilisateur demande une information et l'obtient. Cependant il est possible de surcharger la réponse avec un contenu psychologique exprimant un jugement de valeur sur le fait brut. Pour cela, on utilise ici deux modalités expressives :
– l'opérateur Say construit une phrase en langue naturelle (gestion des options [], tirage au sort entre alternatives *etc.*) et l'affiche dans la zone texte de réponse ;
– l'opérateur Play contrôle l'animation d'une émotion simple ou plus élaborée ('emote') jouée par un personnage graphique animé. La présence d'un tel personnage est conditionnée par le choix du niveau de personnification, tel que discuté à la section 3.2. Nous utilisons ci-dessous des expressions tirées du personnage 'Cyril' qui fait partie du toolkit DIVA présenté plus haut (Xuetao 2010).
Par exemple, on pourra avoir la réponse multimodale suivante (c'est nous qui soulignons l'ajout du mot 'malheureusement') :

A : “C'est *malheureusement* 7.4 %” +  SAD.

4.4 États mentaux statiques et dynamiques

Considérons maintenant un exemple faisant intervenir les états mentaux statiques (traits) et dynamiques (moods) de l'agent. On étudie la combinatoire associée aux entités suivantes :

- Le schéma de personnalité statique à valeur binaire (Yes/No) Talkative qui influence la loquacité de l'agent, tel que défini à la Section 2.2 ;
- Les deux moods du domaine cognitif à valeur dans [-1., 1.] (0 = neutre) Satisfaction et Confiance, telles que définies à la Section 2.2.

Les états mentaux statiques sont spécifiés une fois pour toutes par le concepteur de l'agent en fonction de deux critères : a) le profil de personnalité associé au topic et b) le type de conversation souhaité (cf. Section 4.5). Leur élicitation automatique sort du cadre de cette étude.

Les états mentaux dynamiques sont reliés une fois pour toutes par le concepteur de l'agent à des variables du topic, *i.e.* des données évoluant dans le temps selon deux cas possibles :

- Le topic est dynamique *i.e.* ses données internes évoluent au cours de la sessions ;
- Le topic est statique (cas du topic choisi ici) mais il contient des traces d'évolution comme par exemple les graphiques des figures 5 et 4. Dans ce cas, on se ramène au cs précédent en faisant "naviguer l'utilisateur dans le temps"¹².

Exemple : Liaison des états aux données.

Il est possible d'avoir accès aux données internes aux graphiques ce qui permet de relier la valeur des courbes aux états mentaux dynamiques, comme indiqué dans la Table 2 respectivement selon les formules (1) et (2) de la Section 4.2 (des relations plus complexes, peuvent prendre en compte la dérivée ou l'intégration sur une intervalle de temps plus ou moins long *etc.*). Le graphique de la Figure 5, reflété directement par la formule (1), montre que l'attribut psychologique Satisfaction de l'agent évolue au cours du temps du pôle négatif au pôle positif quand les courbes se croisent en 1995 puis retombe à une valeur neutre en 2000 : l'agent *vit psychologiquement* l'évolution. Idem avec la formule (2) pour l'évolution de l'attribut Confiance.

Dans ce contexte, supposons que l'utilisateur interroge l'agent sur son bien-être :

U : "Comment te sens tu ?"

12. Les techniques d'animation temporelle d'information sont un sujet de recherche en visualisation d'information : on peut par exemple déplacer un point-focal sur la courbe d'un graphique avec le temps en abscisse, situant ainsi temporellement la question posée par l'utilisateur.

Dans la liste des patterns associés au comportement psychologique de l'agent on aura la règle :

QUEST & /te sen[s][t][t-] tu/ →
Express(Talkative, Satisfaction, Confiance)

Ceci induit une combinatoire de réactions possibles en fonction des attributs mentaux statiques (schéma Talkative) et dynamiques de l'agent (moods Satisfaction et Confiance) qui est résumée dans l'heuristique ci-dessous :

Express(Talkative, Satisfaction, Confiance) :=				
T	S	C	Réaction textuelle	Emote
Yes	>0	>0	"Je me sens [très] confiant"	 HAPPY
		<0	"Ca va [...] Bien"	NEUTRAL
	<0	>0	"Je suis triste, mais [très] déterminé"	NEUTRAL
No	>0	<0	"Aïe ! [tout va [très] mal !]"	 SAD
		>0	"Tout est Ok"	NEUTRAL
	<0	<0	"Heu ..."	NEUTRAL
<0			*	"..."
				 ALOOF

T = Talkative ; S = Satisfaction ; C = Confiance.

4.5 Vers l'interaction argumentative

Actuellement on constate, notamment dans les réseaux sociaux sur Internet, que le grand public est friand d'avis et de controverses dans le cadre participatif. De manière complémentaire, les résultats produits par des études statistiques peuvent être sujets à interprétations diverses et à discussions. Une manière d'inciter le grand public à s'intéresser à un topic donné et aussi à mieux l'assimiler consiste alors à personnifier ce topic en un agent *argumentatif*, qui est une sous classe d'agent conversationnel devant posséder trois types de compétences :

- 1) capacité à personnifier le topic, comme décrit dans les deux sections précédentes ;
- 2) capacité à raisonner symboliquement sur le topic, en particulier sur les données internes ;
- 3) capacité à argumenter avec une personne au sujet du topic.

Les capacités de raisonnement et d'argumentation peuvent être relativement génériques, c'est-à-dire être définies indépendamment du topic considéré et sortent du cadre de cet article.

En ce qui concerne la personnification du topic, nous avons dit qu'elle dépendait fortement a)

Labor force by education:

	primary education	secondary education
Ireland	537 756 people (24.4% of total labor force) (world rank: 71 st) (2007)	846 305 people (38.4% of total labor force) (world rank: 63 rd) (2007)
France	7.386 million people (26% of total labor force) (world rank: 12 th) (2007)	12.58 million people (44.3% of total labor force) (world rank: 10 th) (2007)

FIGURE 6 – Requête posée : “unemployment rate ireland france” (extrait de la partie basse)

des données propres au topic, b) des rôles respectifs (usager/agent) et c) de l'intention communicative de celui qui déploie le topic.

Dans l'étude ci-dessus, nous avons considéré une situation fixe pour les rôles et pour l'intention communicative, mais on peut aussi en produire des agents capables d'endosser des rôles plus variés et d'adopter des intentions communicatives diverses. Par exemple, si on considère à nouveau un agent Français s'adressant à un usager Français (la France est alors le focus du topic), on peut adopter au moins trois intentions communicatives différentes sur le phénomène d'intérêt socio-économique de la Figure 6 :

– *Attitude neutre* : mentionner sans jugement les différences significatives dans les données qui d'ordres : 1) Intrinsèque : il y a un écart entre les niveaux d'éducation ; 2) Relatif à l'Irlande : la différence en % est peu significative mais elle l'est en terme de rang mondial.

– *Attitude positive* : faire ressortir les points forts de la France qui sont d'ordres : 1) Intrinsèque : chez les travailleurs Français 44.3% ont une éducation secondaire contre 26% qui ont une éducation primaire ; 2) Relatif à l'Irlande : la France se situe au 10–12^{ème} rang mondial contre 63–71^{ème} rang.

– *Attitude négative* : faire ressortir les points faibles de la France qui sont d'ordres : 1) Intrinsèque : chez les travailleurs Français, 26% ont une éducation primaire ce qui est mauvais dans l'absolu ; 2) Relatif à l'Irlande : la France ne fait pas mieux que l'Irlande sur les moins éduqués (24.4% vs 26%).

Une fois les éléments à communiquer élicités et mis sous une forme symbolique de même nature que celles décrite à la Table 2, il est possible d'associer à chacun de ces trois points de vue un schéma argumentatif. Ces trois schémas peuvent alors être intégrés :

1) à un seul agent conversationnel : par exemple, au début de la conversation l'agent adopte la position neutre, puis en fonction de la position

de l'utilisateur il peut prendre la position qui est en phase avec l'opinion de l'utilisateur (dialogue empathique) ou au contraire en opposition avec l'opinion de l'utilisateur (dialogue contradictoire). 2) à trois agents conversationnels qui adoptent respectivement les trois positions pour engager un dialogue argumentatif avec l'utilisateur.

Dans tous les cas, l'objectif est de faire entrer l'utilisateur en contact dialogique avec les faits associés aux phénomènes d'intérêt via une activité (le 'chat') attirante pour celui-ci.

5 Travaux connexes

Les chercheurs en Systèmes Multi-Agents (SMA) ont depuis longtemps exploré la notion “d'agent cognitif” au moyen de théories visant à modéliser les capacités de raisonnement des agents. Par exemple, en ajoutant une couche à des plateformes SMA déjà existantes, comme CoJACK [16] pour la plateforme JACK qui émule des caractéristiques de la physiologie humaine comme la durée d'apprentissage, les limites mémorielles (*e.g.* “perdre une croyance” si l'activation est basse ou “oublier l'action suivante” d'une procédure), la remémoration vague de croyances ('fuzzy retrieval'), la limitation du champ d'attention ou l'utilisation de 'modérateurs' altérant les processus cognitifs. Ces contraintes sont toutefois implémentées “en dur” alors que le modèle R&B permet de faire varier des effets similaires en fonction de l'état mental et de la personnalité de l'agent.

Des études ont aussi été menées pour ajouter des émotions aux architectures d'agent cognitifs classiques comme le modèle BDI [30], par exemple pour prendre en compte des notions comme la peur, l'anxiété, ou encore la confiance en soi, par ajout de paramètres supplémentaires comme les désirs fondamentaux, les capacités et les ressources [29]. Ces approches tendent donc essentiellement à chercher une cause rationnelle à de tels comportements, sans prendre en compte l'état psychologique de l'agent.

Une autre voie [6] a consisté à ajouter des degrés aux logiques multi-valuées représentant les croyances, désirs et intentions, en particulier en s'appuyant sur la logique de Lukasiewicz. Bien que permettant plus de nuance dans les comportements des agents ainsi créés, cette approche ne prend encore une fois pas en compte le fait que des processus purement psychologiques peuvent avoir un impact non négligeable sur le comportement général des agents.

6 Conclusion

Nous avons présenté une approche destinée à faciliter la médiation entre des usagers novices et des entités computationnelles abstraites, telles que celles produites de manière systématique dans le Web. L'approche est fondée sur le principe de personnification qui identifie le sujet d'intérêt (le topic) avec un agent conversationnel, muni de la double capacité de raisonnement rationnel et de raisonnement psychologique. En se fondant sur nos travaux précédents sur les agents assistants conversationnels ainsi que sur la littérature en psychologie, nous avons proposé une méthode pour construire un agent associé à une entité, à partir d'un cas typique illustrant les divers problèmes rencontrés.

Cette étude de cas donne une première réponse positive à la question de la faisabilité. Elle montre aussi qu'un large domaine d'étude s'ouvre qu'il va falloir cartographier de manière systématique. Deux problèmes resteraient alors en suspens : l'automatisation de la synthèse d'une identité agent-topic à partir d'un topic donné (et éventuellement du profil des intentions communicatives des actants : déployeur, usagers ciblés), et la réalisation d'expérimentations afin de valider les paramètres fixés au départ (accroche, acceptabilité et assimilation).

Références

- [1] F. Bouchet and J. P. Sansonnet. A framework for modeling the relationships between the rational and behavioral reactions of assisting conversational agents. In *Proc. of the 7th European Workshop on Multi-Agent Systems (EUMAS'09)*, Agia Napa, Cyprus, December 2009.
- [2] F. Bouchet and J. P. Sansonnet. Classification of wordnet personality adjectives in the neo pi-r taxonomy. In *Proc. of the 4th Workshop on Animated Conversational Agents, WACA 2010*, Lille, France, 2010.
- [3] M. E. Bratman. *Intentions, Plans, and Practical Reason*. Harvard University Press, Cambridge, MA, 1987.
- [4] M. E. Bratman, D. J. Israel, and M. E. Pollack. Plans and resource-bounded practical reasoning. *Computational Intelligence*, 4(4) :349–355, 1988.
- [5] S. Buisine and J. M. Martin. Children's and adults' multimodal interaction with 2D conversational agents. In *Proc. of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, pages 1240–1243, Portland, Oregon, USA, April 2005. ACM Press.
- [6] A. Casali, L. Godo, and C. Sierra. Graded BDI models for agent architectures. In *Proc. of CLIMA-V*, volume 3487 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 126–143, Lisbon, Portugal, 2004.
- [7] J. Cassell, T. Bickmore, M. Billingham, L. Campbell, K. Chang, H. Villiamsson, and H. Yan. Embodiment in conversational interfaces : Rea. In *CHI'99 : Proc. of the SIGCHI conf. on Human factors in comp. syst.*, pages 520–527, New York, NY, USA, 1999. ACM Press.
- [8] J. Cassell, J. Sullivan, S. Prevost, and E. Churchill, editors. *Embodied Conversational Agents*. MIT Press, April 2000.
- [9] F. Charles, D. Pizzi, M. Cavazza, T. Vogt, and E. Andre. Emoemma : Emotional speech input for interactive storytelling. In *Proc. of the conference AAMAAS '09*, Budapest, 2009.
- [10] J. Coiro. Reading Comprehension on the Internet : Expanding Our Understanding of Reading Comprehension to Encompass New Literacies. *The Reading Teacher*, 56(5) :458–465, 2003.
- [11] P. T. Costa and R. R. McCrae. *The NEO PI-R professional manual*. Odessa, FL : Psychological Assessment Resources, 1992.
- [12] F. D. Davis. Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3) :319–340, September 1989.
- [13] T. Doce, J. Dias, R. Prada, and A. Paiva. Creating individual agents through personality traits. In *Intelligent Virtual Agents (IVA 2010)*, pages 257–264, Philadelphia, PA, 2010. Springer-Verlag.
- [14] P. Ekman, W. V. Friessen, and P. C. Ellsworth. *Emotion in the human face*. Pergamon Press, May 1972.
- [15] P. C. Ellsworth and K. R. Scherer. Appraisal processes in emotion. In R. J. Davidson, K. R. Scherer, and H. H. Goldsmith, editors, *Handbook of affective sciences*, Series in affective science, pages 572–595. Oxford University Press, New York, NY, USA, 2003.
- [16] R. Evertsz, F. E. Ritter, P. Busetta, and M. Pedrotti. Realistic behaviour variation

- in a BDI-based cognitive architecture. In *Proc. of SimTecT'08*, Melbourne, Australia, 2008.
- [17] B. J. Fogg, C. Soohoo, D. R. Danielson, L. Marable, J. Stanford, and E. R. Tauber. How do users evaluate the credibility of web sites ? : a study with over 2,500 participants. In *Proc. of the 2003 conference on Designing for user experiences*, DUX '03, pages 1–15, New York, NY, USA, 2003. ACM.
- [18] N. H. Frijda. *The Laws of Emotion*. Psychology Press, 2006.
- [19] N. H. Frijda, P. Ekman, and K. R. Scherer. *The Emotions*. Studies in Emotion & Social Interaction. Cambridge University Press, 1986.
- [20] D. Galon. *The Savvy Way to Successful Website Promotion : Secrets of Successful Websites, Attracting On-Line Traffic, the Most Up to Date Guide to Top Positioning on Search Engines*. Trafford on Demand Pub, 1999.
- [21] L. R. Goldberg. Language and individual differences : The search for universal in personality lexicons. *Review of personality and social psychology*, 2 :141–165, 1981.
- [22] B. Hayes-Roth. What makes characters seem life-like ? In *Life-like Characters. Tools, Affective Functions and Applications*, Heidelberg, 2004. Springer.
- [23] H. Jiang, J. M. Vidal, and M. N. Huhns. eBDI : an architecture for emotional agents. In *AAMAS '07 : Proc. of the 6th international joint conference on Autonomous agents and multiagent systems*, pp 1–3, New York, NY, USA, 2007. ACM.
- [24] O. P. John, R. W. Robins, and L. A. Pervin, editors. *Handbook of Personality : Theory and Research*. The Guilford Press, 3rd edition, 2008.
- [25] R. S. Lazarus. *Psychological stress and the coping process*. McGraw-Hill, 1966.
- [26] J. C. Lester, S. A. Converse, S. E. Kahler, S. Todd Barlow, Brian A. Stone, and Ravinder S. Bhogal. The persona effect : affective impact of animated pedagogical agents. In *Proc. of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, pp 359–366, Atlanta, Georgia, USA, March 1997. ACM.
- [27] P. Maes. Agents that reduce work and information overload. *Commun. ACM*, 37(7) :30–40, 1994.
- [28] T. Nagel. What it is to be a bat ? *The philosophical review*, 83(4) :435–450, 1974.
- [29] D. Pereira, E. Oliveira, and N. Moreira. Formal modelling of emotions in BDI agents. In F. Sadri and K. Satoh, editors, *Proc. of CLIMA-VIII*, pp 62–81, Porto, Portugal, 2008. Springer-Verlag.
- [30] A. S. Rao and M. P. Georgeff. Modelling rational agents within a BDI architecture. In R. Fikes and E. Sandewall, editors, *Proc. of Knowledge Representation and Reasoning*, pp 473–484, San Mateo, CA, USA, 1991. Morgan Kaufmann.
- [31] A. S. Rao and M. P. Georgeff. BDI agents : From theory to practice. In *Proc. First Int. Conference on Multi-agent Systems (ICMAS-95)*, pp 312–319, 1995.
- [32] B. Reeves and C. Nass. *The media equation : how people treat computers, television, and new media like real people and places*. Cambridge university press edition, 1996.
- [33] J. Sabater and C. Sierra. Review on computational trust and reputation models. *Artificial Intelligence Review*, 24 :33–60, 2005.
- [34] J. P. Sansonnet and F. Bouchet. Extraction of agent psychological behaviors from glosses of wordnet personality adjectives. In *Paper submitted at the Proc. of the 8th European Workshop on Multi-Agent Systems (EUMAS'10)*, Paris, France, 2010.
- [35] K. R. Scherer, A. Schorr, and T. Johnstone. *Appraisal processes in emotion : Theory, methods, research*. Oxford University Press, 2001.
- [36] E. M. Voorhees. Overview of the trec 2002 question answering track. In *Proc. of the 11th Text REtrieval Conference (TREC)*, pp 115–123, Gaithersburg, Ma., 2002.
- [37] R. S. Wallace. The elements of AIML style, 2003.
- [38] J. Weizenbaum. ELIZA : a computer program for the study of natural language communication between man and machine. *Commun. ACM*, 9(1) :36–45, 1966.
- [39] Y. L. Wu, Y. H. Tao, and P. C. Yang. The discussion on influence of website usability towards user acceptability. In *International Conf. on Management and Service Science (MASS'09)*, pp 1–4, sept. 2009.