

# De nouvelles perspectives pour l'ergonomie des interactions personne-machine : dialogue naturel et agents intelligents \*<sup>+</sup>

David Sadek

France Télécom – Division R&D  
CRD Technologies  
Technopole Anticipa - 2, Avenue Pierre Marzin  
22307 Lannion Cedex - France  
[david.sadek@francetelecom.com](mailto:david.sadek@francetelecom.com)

## RESUME

Cet exposé met en évidence différents types de comportements caractéristiques d'un dialogue naturel personne-machine. Il vise à démontrer le caractère entier de la notion de naturel et son incidence sur la conception de systèmes de dialogue. Il présente l'approche sous-jacente au paradigme d'agent rationnel dialoguant comme celle autour de laquelle de tels systèmes doivent être bâtis. Il souligne également l'apparition ou l'évolution de problématiques structurantes en Ergonomie Cognitive, liée à l'émergence des technologies d'interactions naturelles.

**MOTS CLES :** Interactions naturelles personne-machine, Conception de systèmes de dialogue, Agents rationnels dialoguants, Ergonomie des interfaces, Critères de convivialité, Simplicité, Utilisabilité.

## ABSTRACT

This paper highlights different behaviour types that characterize a natural human-machine dialogue. It aims at showing the entirety of naturalness and its incidence on dialogue system design. It presents the approach underlying the rational dialogue agent paradigm as the one that should support the construction of such systems. It also underlines the appearance or the evolution of structuring issues in Cognitive Ergonomics, due to the emergence of natural interaction technologies.

**KEYWORDS:** Human-machine interactions, Natural dialogue system design, Rational dialogue agents, Conviviality criteria, Simplicity, Usability.

## INTRODUCTION

Ce que l'utilisateur perçoit de son espace de communication c'est d'abord les interfaces d'interaction qui l'y relient, ce à quoi elles lui donnent accès et ce qu'elles lui permettent de faire. La souplesse des procédures d'interaction et, plus généralement, le degré de convivialité des interfaces constituent des facteurs déterminants

pour l'appropriation des services par les utilisateurs. Or, la multiplicité des types d'interface et leur complexité d'utilisation prennent souvent le pas sur la richesse des services et leur caractère innovant, et conduisent de nombreux utilisateurs à s'en détourner faute de pouvoir les utiliser aisément et efficacement. Le rejet d'un système par un utilisateur va souvent dépendre d'un comportement jugé non satisfaisant de ce système dans une situation particulière.

Pour prévenir ce risque, toute offre de services doit intégrer comme préoccupation essentielle la *simplicité* ou le *naturel* de l'interaction utilisateur-système et ce, quels que soient les modes ou les médias de communication : parole, geste, clavier/souris, désignation tactile,... Les interfaces d'accès et de gestion de l'information doivent permettre non seulement l'instauration d'un véritable dialogue avec l'utilisateur, mais également la cohérence et la continuité de ce dialogue, inter-média, inter-terminal et inter-service<sup>1</sup>. Ceci requiert l'introduction d'*intelligence* au coeur même des services. Cette intelligence doit être appréhendée comme une caractéristique globale, et non pas comme un ensemble de caractéristiques locales identifiées au cas par cas par les concepteurs du service ou de l'interface.

Dans cette optique, l'élaboration d'un service interactif automatique ne doit pas être envisagée comme une opération à deux volets distincts : d'une

---

\* Conférence invitée

<sup>+</sup> Ce texte reprend des parties de [18]. On pourra se reporter à cette référence pour une description du cadre théorique et des modèles formels sous-jacents à la mise en œuvre des fonctionnalités et technologies introduites ici, ainsi que pour une bibliographie plus fournie sur les travaux fondateurs du domaine.

<sup>1</sup> On peut voir [23] sur la façon dont la notion de langage naturel se trouve modifiée par l'arrivée des nouveaux médias d'interaction. On peut également se reporter à [10], [11] pour plus de précisions sur l'apport de la multimodalité.

part la définition du contenu du service et, d'autre

part, la conception de son interface d'utilisation

interface dont il s'agira, dans un second temps seulement, de soigner l'ergonomie (« *ergonomie des interfaces* »). Au contraire, le système de dialogue va *incarner* le service, et c'est son intelligence qui va en assurer la « bonne » ergonomie.

Ce texte comprend essentiellement deux parties, se plaçant de deux points de vue différents :

La première partie, se place du point de vue de l'utilisation d'un système de dialogue, elle explicite certaines caractéristiques significatives d'une interaction simple et conviviale, et met ainsi en évidence différents types de comportements qu'un système de dialogue dit intelligent doit pouvoir adopter. L'objectif est de démontrer le caractère entier de la notion de naturel pour un système de dialogue, en soulignant le fait que la non disponibilité jusqu'à présent de systèmes réels conviviaux est, en partie, due à une vision externe et trop « énumérative » des phénomènes de dialogue.

Partant de cet état des lieux, la seconde partie de ce texte, se place du point de vue de la conception de systèmes. Elle introduit brièvement l'approche développée à France Télécom, qui *identifie* la notion de système de dialogue à celle d'agent rationnel dialoguant, en se fondant sur l'idée que le caractère intelligent requis dans le cadre du dialogue est globalement le même que celui requis par d'autres comportements qualifiés également d'intelligents

## **LE DIALOGUE NATUREL : LES MANIFESTATIONS VUES DE L'UTILISATEUR**

Parmi les caractéristiques d'un système interactif qui contribuent à ce qu'il soit perçu comme un système de dialogue naturel, les plus significatives sont : la flexibilité de l'interaction, la souplesse du langage d'interaction, l'interprétation en contexte, la production de réactions coopératives, la capacité de négociation et l'adéquation des formes de réponses. Nous décrivons brièvement chacune de ces caractéristiques.

### **La souplesse du langage d'interaction**

Un système de dialogue sera toujours perçu plus convivial (voire plus intelligent) quand il requiert le minimum de contraintes quant au langage qu'il permet à l'utilisateur. Ne pas contraindre ce langage c'est, par exemple, accepter, dans le cas du langage naturel parlé, que les énoncés soient spontanés ; en contexte d'interaction multimodale, ce serait, par exemple, accepter que l'utilisation conjointe de deux médias (tels que la désignation tactile et la parole) dans une même intervention ne soit pas soumise à un ordre particulier de combinaison, ou accepter qu'un média ne soit pas réservé uniquement à certains types d'actions.

Une confusion fréquente est d'assimiler un système qui accepte du langage naturel en entrée à un système de dialogue naturel. Si la souplesse du langage d'entrée est une condition nécessaire au dialogue naturel, elle n'est certainement pas suffisante. Un système peut tout à fait donner la possibilité à l'utilisateur de s'exprimer en langage naturel et en même temps lui imposer une interaction peu flexible, voire dirigée, par exemple en lui refusant toute prise d'initiative dans le dialogue.

### **La flexibilité de l'interaction**

L'invention du concept d'hypertexte a été motivée par la volonté de pouvoir naviguer librement au sein d'une base d'information. S'il est des cas où il peut être très utile d'être « pris par la main » par le système, ne pas être contraint d'évoluer dans un cadre pré-établi (un menu arborescent, par exemple) accroît notablement le confort d'usage d'un système de dialogue. *L'initiative mixte* ou partagée entre le système et l'utilisateur se manifeste par la possibilité pour l'utilisateur de prendre l'initiative du dialogue quand il le souhaite (par exemple pour demander des clarifications au système avant de répondre à la question que celui-ci vient de lui poser). Il s'agit d'une caractéristique essentielle dans la perception que l'on peut avoir du naturel d'un dialogue.

Mais indépendamment du besoin d'un tel confort (et des difficultés techniques qu'il y a à l'offrir), la nécessité d'une structure non figée de l'interaction apparaît en cas de difficultés de communication. En effet, alors que l'on peut admettre que, lors d'un déroulement « consensuel » d'un dialogue, il n'est pas nécessaire que l'utilisateur puisse prendre, à sa guise, l'initiative des échanges pour l'expression de ses requêtes, celui-ci doit pouvoir s'écarter du cours « régulier » de l'interaction dès lors qu'il a identifié un problème dans la communication, afin de pouvoir le signaler au système et éventuellement y remédier.

Or, la possibilité d'une distorsion entre le message émis et le message reçu est au cœur même du phénomène de communication : les problèmes de mauvaises perception ou interprétation sont plus le cas général que l'exception. Quoi donc de plus normal pour un utilisateur en situation de dialogue que de rectifier une mauvaise perception ou interprétation du système. Mais également, quoi de plus normal pour lui que de pouvoir changer d'avis, ou de pouvoir corriger une erreur que lui-même aurait faite en fournissant une information au système. Plus cette possibilité de correction est indépendante de l'état d'avancement du dialogue, moins l'utilisateur aura la crainte de se trouver engagé dans des voies à sens unique qu'il n'avait pas souhaitées. Or, seul un système sans structure pré-établie de l'interaction peut offrir cette

possibilité de façon générique, à savoir indépendamment de l'état du dialogue.

### L'interprétation en contexte

L'une des caractéristiques essentielles d'un système de dialogue, et a fortiori d'un système de dialogue naturel, est sa capacité à enchaîner des échanges et, en particulier, à interpréter contextuellement les interventions de son interlocuteur. Un système face auquel l'utilisateur doit systématiquement formuler ses interventions de façon à ce qu'elles puissent être comprises hors contexte ne peut pas être convivial (quelle que soit la complexité syntaxique ou sémantique des interventions qu'il peut traiter). A fortiori, un système exclusivement « question-réponse » (c'est-à-dire un système qui ne peut répondre qu'à des requêtes complètement spécifiées) ne peut pas non plus être considéré comme un système de dialogue. Sur un plan technique, l'aptitude à l'interprétation en contexte soulève nombre de problèmes bien connus dans le domaine du dialogue, tels que la représentation et la gestion de l'historique des échanges, la focalisation, ou l'identification de référents. Le traitement de phénomènes typiques tels que la résolution d'ellipses (« Et l'action France Télécom ? »), d'anaphores (« Passez-moi le premier numéro ») ou de déictiques (« Y a-t-il des restaurants chinois autour d'ici ? ») relève de cette aptitude.

### Les réactions coopératives

On n'est jamais étonné quand, à un guichet de gare, à la question "A quelle heure part le train pour Paris ?" on se voit répondre « A 10h00, voie 3 » alors qu'on n'a pas demandé le numéro de la voie. En revanche, on le serait si à la question « Avez-vous l'heure s'il vous plaît ? », on obtenait comme réaction un simple « Oui », bien que ce « Oui » constitue une réponse précise à la question telle qu'elle est littéralement posée.

Les caractères respectivement « normal » et « anormal » de ces deux réponses dénotent l'existence d'un certain « protocole » quant au contenu des réponses qu'un individu est en droit d'attendre de son interlocuteur, et donc un utilisateur du système avec lequel il interagit. Quand une réponse s'étend, de façon pertinente, au-delà de la question telle qu'elle a été explicitement posée, elle est dite *coopérative*.

La production de réponses coopératives en situation de dialogue interpersonnel est en fait la règle et non l'exception. La transposition de cette capacité au contexte du dialogue personne-machine est donc une démarche clé dans la conception de systèmes de dialogue coopératif. Il existe une grande variété de types de réponses coopératives. Voici, pour fixer les

idées, quelques exemples des plus usuelles d'entre elles.

**Les réponses complétives :** Dites également sur-informatives, ces réponses consistent à fournir des informations supplémentaires qui n'ont pas été explicitement demandées mais dont l'intérêt pour l'interlocuteur a, d'une façon ou d'une autre, été inféré à partir du contexte de la demande :

U : Est-ce que ce restaurant est ouvert le soir ?

S : Oui, *jusqu'à 23 heures*.

**Les réponses correctives :** En situation de communication naturelle, la part d'implicite est largement plus importante que celle d'explicite. En effet, la plus simple intervention, en particulier question, sous-entend un ensemble de *présupposés*, qui sont des propositions sans la vérité desquelles l'intervention perdrait sa validité (dans le contexte dans lequel elle apparaît). Par exemple, la question « Est-ce que le mari de Jeanne promène toujours son chien Droopy après le dîner ? », présuppose, entre autres, que Jeanne est mariée, que son mari a un chien, que ce chien s'appelle Droopy, que le mari a l'habitude de le promener, qu'il le fait après le dîner, etc. Le rôle d'une réponse corrective est précisément d'informer l'interlocuteur du (ou des) présupposé(s) qui empêche(nt) sa question d'avoir une réponse « directe ». En voici un exemple :

U : Combien y a-t-il de serveurs d'emploi pour la maçonnerie pour la région parisienne ?

S : *Il n'existe pas de serveurs d'emploi spécifique à la maçonnerie*.

**Les réponses suggestives :** Lorsque, pour une raison ou pour une autre, une requête ne peut trouver de solution « directe », la proposition d'une solution à une requête proche rend compte d'une forme particulièrement intéressante de coopération, notamment en contexte de dialogue, où elle ouvre la possibilité d'entamer une négociation. En voici un exemple :

U : Je voudrais le numéro de téléphone du centre météo pour le département des Côtes d'Armor.

S : Ce numéro n'est pas dans l'annuaire, *mais vous pouvez obtenir des informations sur la météo générale dans les Côtes d'Armor en appelant le service de Météo France au 08 92 68 02 22*.

**Les réponses conditionnelles :** Une requête peut avoir une réponse positive seulement sous certaines conditions. Il convient donc dans ce cas de ne pas répondre négativement à la requête mais plutôt de présenter la solution sous sa forme conditionnelle, comme dans l'exemple suivant :

U : Est-ce qu'il y a des vols pour Toulouse le matin avant 7 heures ?

S : *Il y a un vol à 6 h 10 les jours ouvrables*.

### **Les réponses intensionnelles (versus extensionnelles) :**

Le caractère factorisé d'une réponse peut non seulement contribuer à la rendre plus facilement présentable (et généralement plus compréhensible par l'interlocuteur) mais peut également renseigner sur la généralité de son contenu sémantique. Il faut noter que déduire la forme intensionnelle d'une réponse à partir d'un ensemble en extension peut requérir un processus d'inférence relativement complexe :

S : Quels sont les employés qui gagnent plus de 4500€ par mois ?

U : *Tous les cadres du service commercial.*

### **La capacité de négociation**

En plus des problèmes d'ambiguïté langagière et de difficulté d'interprétation, qui peuvent nécessiter des échanges pour clarifier l'intervention (requête ou réponse) de l'utilisateur, la satisfaction de la demande réelle de l'utilisateur (qui peut différer de la requête formulée) peut requérir un véritable processus de négociation. Par exemple, l'utilisateur peut formuler des requêtes incomplètement spécifiées telles que « Je cherche un emploi dans la région » ou « Je voudrais connaître l'heure de départ du train pour Paris », et attendre que le système l'assiste dans la spécification de sa requête. Par ailleurs, lorsqu'un utilisateur interroge une base d'informations dont il n'a qu'une idée floue du contenu, on se trouve le plus souvent confronté à deux types de problèmes : soit la requête de l'utilisateur est trop floue (ce qui rejoint le cas précédent) ; le nombre de solutions pouvant être proposées est trop grand et le système doit déterminer comment obtenir de l'utilisateur qu'il affine sa requête ; soit la requête formulée n'a pas de solution et le système doit suggérer des voies possibles pour s'approcher au mieux de la satisfaction de la requête initiale. Ayant obtenu une réponse, l'utilisateur peut, à son tour, vouloir continuer à « négocier » : obtenir des précisions, vérifier que la réponse correspond bien à ce qu'il attend, etc. Il est important de noter que ces différents cas peuvent s'entrelacer et faire se complexifier le processus de négociation. Le degré de naturel ou de convivialité d'un système de dialogue dépend de sa capacité à s'engager harmonieusement dans ce type de processus.

### **L'adéquation de la forme des réponses**

Trouver les informations à une requête est une chose, savoir comment les fournir à l'utilisateur en est une autre. Ce n'est pas seulement sur le contenu de ce qu'il fournit qu'un système va être jugé ; c'est également sur la façon qu'il a de l'exprimer. En effet, un système peut être particulièrement performant dans sa compréhension des interventions de l'utilisateur et dans le calcul « sémantique » de ses réactions, et se révéler inutilisable par l'utilisateur faute de savoir les exprimer de façon satisfaisante. La mise en forme de la réponse, sa factorisation selon des critères sémantiques, la production de la forme langagière appropriée, ou, le cas

échéant, le choix du ou des médias de sortie, sont autant d'opérations qui déterminent la qualité de la réaction d'un système de dialogue et contribuent fortement à son degré de naturel.

### **UN SYSTEME DE DIALOGUE CONVIVIAL EST UN TOUT**

Si l'établissement de critères de convivialité peut être crucial pour la spécification externe ou l'évaluation de systèmes de dialogue<sup>1</sup>, il ne peut constituer une base méthodologique pour la conception de ces systèmes.

La première raison est que la liste de ces critères est potentiellement ouverte (on peut y ajouter, par exemple, le fonctionnement en temps réel) et que, comme nous l'avons mentionné plus haut, elle peut varier d'un cadre d'utilisation à l'autre.

Une autre raison, beaucoup plus forte, est que *ces critères sont pour la plupart interdépendants* et c'est en fait leur satisfaction conjointe et générique (au sens de l'indépendance par rapport à l'état d'avancement du dialogue) qui sera déterminante pour l'appréciation du système par l'utilisateur : par exemple, il est difficile d'annoncer à l'utilisateur que le système lui offre une grande flexibilité d'interaction et en même temps lui suggérer que la possibilité de corriger le système n'est permise qu'à certains points du dialogue. D'ailleurs, l'expérience montre que face à un système de dialogue, l'utilisateur « naïf » ne prend conscience des « qualités » du système indépendamment les unes des autres, qu'en cas de dysfonctionnement ou d'insatisfaction.

De fait, même si leurs manifestations externes sont différentes, ces critères de comportement « intelligent » reposent souvent sur les mêmes mécanismes de base. S'attacher à les satisfaire un à un n'est donc une démarche ni optimale ni générique. La façon avec laquelle la satisfaction de ces critères est abordée, à savoir : soit en extension, soit comme la conséquence d'une « intelligence » plus profonde du système, marque une ligne de clivage dans les approches de la conception de systèmes de dialogue, comme nous le discutons dans la suite de ce texte.

### **UN BREF ETAT DES LIEUX**

Bien que la conception de systèmes de dialogue personne-machine soit étudiée sérieusement depuis près d'une quarantaine d'années<sup>2</sup>, peu de systèmes préfigurant un usage réel sont aujourd'hui disponibles. La plupart des démonstrateurs qui ont été développés montrent, au mieux, la capacité d'un système à enchaîner quelques échanges simples avec un

<sup>1</sup> Voir, par exemple [6].

<sup>2</sup> Cf. la classe des systèmes Eliza [24].

utilisateur, dans une structure stéréotypée (moulée à celle d'une tâche particulière) et un cadre d'application restreint. Ils se limitent généralement à illustrer telles ou telles caractéristiques d'une interaction évoluée, comme, par exemple, la « compréhension » par la machine d'énoncés plus ou moins complexes (contextuels, en langage naturel oral ou écrit, éventuellement combinés à d'autres médias de communication) ou, dans certains cas assez limités, la production de réponses coopératives. Ils sont encore assez loin de remplir toutes les conditions requises pour un usage naturel de ces systèmes comme des partenaires dialoguants conviviaux, même dans des cadres applicatifs bien balisés.

Les raisons de cette situation sont de deux ordres. D'une part, la conception de systèmes de dialogue est une entreprise complexe, car elle cumule les problèmes relatifs à la conception de systèmes artificiels intelligents, et ceux relatifs à la modélisation et la formalisation de la communication naturelle. Lorsque l'on s'intéresse au dialogue oral, les problèmes liés à la reconnaissance automatique de la parole accroissent cette difficulté.

D'autre part, beaucoup de travaux ont abordé le dialogue comme un phénomène « isolé », dont il s'agissait d'identifier les manifestations externes afin de les inculquer, en tant que telles, à un système automatique. Ces travaux ont (délibérément ou non) fait totalement (ou partiellement) l'économie du lien entre le problème du dialogue et celui de l'intelligence des systèmes et donc d'une étude formelle approfondie des fondements cognitifs du dialogue.

La leçon à tirer de cet état des lieux est qu'entre la conception de prototypes qui peuvent rendre compte de tel ou tel phénomène de dialogue, et celle de systèmes qui peuvent effectivement permettre d'instaurer un véritable dialogue naturel, il y a un total changement de discipline.

## L'AGENT RATIONNEL DIALOGUANT

Cette approche<sup>1</sup>, développée à France Télécom<sup>2</sup>, appréhende la communication naturelle comme un cas particulier de comportement intelligent : *un système de*

---

<sup>1</sup> Les premiers travaux représentatifs sont ceux de Cohen et Levesque (voir, en particulier, [3, 4]). Ces travaux ont apporté un cadre méthodologique solide pour l'expression de théories formelles de l'intention, qui, même s'il souffrait d'un certain nombre de problèmes théoriques de modélisation (voir [16], [17]) et, surtout, n'abordait que certains aspects du comportement rationnel et de l'interaction (coopérative), a néanmoins été le premier à aller aussi rigoureusement dans l'analyse formelle de l'action intentionnelle et de la communication. D'autres travaux, hormis ceux de France Télécom, s'inscrivent dans le même esprit que celui de cette approche, comme, par exemple, [13], [25], [26].

<sup>2</sup> On peut voir [15], [16], [17], [2], [12], [1], [2], [22], [19], [20], [7], [8] pour différents volets de l'approche.

*dialogue intelligent doit, de fait, être un système intelligent qui dialogue.*

La nécessité du caractère intelligent se manifeste de façon saillante dans des contextes d'application qui requièrent une interaction à la fois complexe et conviviale avec un humain. Le dialogue personne-machine coopératif en est l'illustration type (il n'est pas anodin que le test de Turing, test de l'« intelligence » de la machine, fasse justement appel à une situation de dialogue). Il met en oeuvre des aptitudes aussi complexes que la perception et la production de langage, l'apprentissage, le raisonnement ou la compréhension, dont au moins les trois dernières sont requises par d'autres comportements (non communicatifs) qualifiés également d'intelligents, à savoir des comportements où se manifeste l'aptitude à la résolution de problèmes. Il apparaît donc que la capacité à communiquer et, incidemment, à coopérer, s'appuie sur un fonds commun à d'autres compétences, ce qui lui confère un caractère de comportement non « primitif ». La perspective de doter une machine de telles capacités doit donc, d'une manière ou d'une autre, inclure la modélisation, au moins partielle, de ce fonds commun.

La manifestation la plus consensuelle du caractère d'intelligence est *le comportement rationnel*.<sup>3</sup> En simplifiant, se comporter de façon rationnel, c'est être en permanence guidé, à un certain niveau de représentation, par des principes qui sélectionnent de façon optimale les actions conduisant à des futurs conformes à un ensemble donné d'objectifs ou de désirs. Cette définition fait l'hypothèse d'une représentation - l'existence d'un *Niveau de la connaissance*<sup>4</sup>. C'est à ce niveau de représentation qu'apparaissent justement les notions qui semblent prévaloir dans le comportement rationnel, à savoir celles d'attitudes mentales et d'action.

De par la généralité de ses principes, cette approche est censée répondre de façon naturelle à la *robustesse* que l'on attend d'un système de dialogue (et plus généralement d'un système intelligent), à savoir de réagir adéquatement à des situations complexes et *incomplètement décrites lors de sa conception*.

Cette approche fait se recouvrir, voire s'identifier, les problèmes posés par la conception d'interfaces dites coopératives et ceux relatifs à la conception d'agents artificiels dits intelligents. Elle incite à se placer dans la perspective de conception de systèmes qui dialoguent parce qu'ils sont intelligents (et non l'inverse), et désigne donc le paradigme d'*agent rationnel*

---

<sup>3</sup> Voir [14] pour un survol de divers aspects de la notion de rationalité, et [5], par exemple, pour une approche de la rationalité économique.

<sup>4</sup> « The knowledge level » Au sens de Newell [10].

*dialoguant* comme celui autour duquel les systèmes de dialogue devraient être bâtis (et, plus généralement, comme le contexte approprié à l'émergence de comportements intelligents).

Depuis plusieurs années, les travaux d'étude menés à la Division R&D de France Télécom sur la conception et le développement de technologies génériques de dialogue personne-machine coopératif se placent dans le cadre de cette approche. Ces travaux ont abouti à l'élaboration, tant théorique que pratique, de composants génériques d'agents rationnels dialoguants et à leur utilisation pour la réalisation de systèmes de dialogue évolués. Ils ont notamment donné naissance à une plate-forme technologique aujourd'hui utilisée dans plusieurs prototypes de services. Ils démontrent ainsi aujourd'hui un niveau de maturité suffisant qui permet d'envisager d'ores et déjà leur mise en œuvre au sein de services opérationnels.

## CONCLUSION

C'est aujourd'hui chose entendue que le seul traitement du langage naturel (oral ou écrit) ou la seule intégration, même élaborée, de plusieurs média de communication, ne suffisent pas à l'instauration d'une interaction conviviale avec l'utilisateur. De plus, les développements ad hoc visant à soigner l'ergonomie des interfaces ne peuvent pas se substituer à une approche générique pour l'introduction de comportements intelligents dans les services.

Les systèmes de dialogue développés jusqu'à présent restent, pour la grande majorité, au stade de démonstrateurs de laboratoire ou de prototypes d'expérimentation. A notre avis, peu de ces démonstrateurs peuvent effectivement être étendus à des systèmes capables de « résister » à des conditions réelles d'exploitation. Cette situation est due au fait qu'il n'y a pas nécessairement de solution de continuité entre la conception de systèmes qui peuvent rendre compte de phénomènes de dialogue isolés (même complexes) et celle de systèmes qui peuvent permettre d'instaurer un véritable dialogue « naturel » en contexte réel d'application.

Les développements réalisés aujourd'hui à France Télécom illustrent cette dernière catégorie de systèmes, qui sont conçus, dès le départ, comme des agents intelligents dialoguants. Agissant au cœur même des services et non pas seulement comme des interfaces conviviales, ils seront capables de gérer de façon coopérative des interactions complexes avec l'utilisateur en assurant toutes les médiations entre lui et l'information ou l'action à laquelle il souhaite parvenir.

Pour accompagner cette rupture technologique et d'usage, un nouvel axe d'étude apparaît pour

l'ergonomie : celui des interactions naturelles. Il conduit à revisiter les méthodologies utilisées tant pour la conception (simulation, spécification d'interactions,...) que pour l'évaluation des systèmes de dialogue naturel (critères subjectifs / objectifs d'acceptabilité, métriques d'évaluation, expression des recommandations ergonomiques dans les mêmes termes que les principes fondateurs du comportement cognitif,...). Les potentialités ouvertes en termes d'interaction personne-machine par les technologies d'agents rationnels dialoguants sont également porteuses de nouvelles voies de recherche en ergonomie cognitive : transparence, aide contextuelle, tolérance cognitive, « apprenabilité », changement dynamique des stratégies de dialogue, stratégies de gestion de la « mis communication » (prévention, détection et correction d'erreurs de dialogue), impact de l'attente et du « temps réel », ... Ce sont là autant de problématiques structurantes pour l'Ergonomie Cognitive, liées à l'émergence des technologies d'interactions naturelles.

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] Bretier P. & Sadek D. A rational agent as the kernel of a cooperative spoken dialogue system: Implementing a logical theory of interaction. Lecture notes in Artificial Intelligence "Intelligent Agents III"; proceedings of the ECAI'96 workshop on Agent Theories, Architectures, and Languages (ATAL-96 Budapest, Hungary, 1996. J.P. Müller, M.J. Wooldridge & N.R. Jennings editors, pp 189-203, 1997.
- [2] Bretier P. La communication orale coopérative : contribution à la modélisation logique et à la mise en oeuvre d'un agent rationnel dialoguant. Thèse de Doctorat Informatique, Université de Paris XIII, 1995.
- [3] Cohen P.R. & Levesque H.J. Intention is choice with commitment. *Artificial Intelligence*, 42(2-3): 213-262, 1990.
- [4] Cohen P.R. & Levesque H.J. Rational interaction as the basis for communication. In P.R Cohen., J Morgan., & M.E Pollack., editors. *Intentions in communication*. MIT Press, 1990.
- [5] Doyle J. Rationality and its role in reasoning. Proceedings of AAAI'90, Boston, MA, 1990.
- [6] Fraser N.M. Quality standards for spoken language dialogue systems: a progress report in EAGLES. Proceedings of the ESCA Conference on Spoken Dialogue Systems, Theories and Applications, Vigsø, 157-160.
- [7] Louis V. Conception et mise en œuvre de modèles formels du calcul de plans d'action complexes par un agent rationnel dialoguant, Thèse de doctorat en Informatique, Université de Caen, 2002.

- [8] Mallat-Desmortiers D. Raisonement automatique sur les croyances et les incertitudes d'un agent formalisé au sein de la théorie de l'interaction rationnelle. Thèse de doctorat en Informatique, Université Paris XIII, 2003.
- [9] Newell A. The knowledge level. *Artificial Intelligence*, 25(3): 301-322, 1985.
- [10] Oviatt, S. L. Ten myths of multimodal interaction, *Communications of the ACM*, Vol. 42, No. 11, November, pp. 74-81, 1999
- [11] Oviatt, S.L. Multimodal Interfaces. In J. Jacko & A. Sears, Eds. *The Human-Computer Interaction Handbook: Fundamentals, Evolving Technologies and Emerging Applications*, Lawrence Erlbaum Assoc., Mahwah, chap.14, pp 286-304. 2003.
- [12] Panaget F. D'un système générique de génération d'énoncés en contexte de dialogue oral à la formalisation logique des capacités linguistiques d'un agent rationnel dialoguant. Thèse de Doctorat Informatique, Université de Rennes, 1996.
- [13] Rao A.S. & Georgeff M.P. An abstract architecture for rational agents. *Proceedings of KR'92*, Cambridge, MA, 1992.
- [14] Russel S. Rationality and intelligence. *Proceedings of IJCAI'95*, Montréal, 1995.
- [15] Sadek D., Logical task modelling for man-machine dialogue. *Proceedings of AAAI'90*: 970-975, Boston, MA, 1990.
- [16] Sadek D. Attitudes mentales et interaction rationnelle: vers une théorie formelle de la communication. Thèse de Doctorat Informatique, Université de Rennes, France, 1991.
- [17] Sadek D. A study in the logic of intention. *Proceedings of the 3rd Conference on Principles of Knowledge Representation and Reasoning (KR'92)*, pages 462-473, Cambridge, MA, 1992.
- [18] Sadek D. Le dialogue homme-machine : de l'ergonomie des interfaces à l'agent intelligent dialoguant. In *Nouvelles interfaces homme-machine*, Arago 18, pages 277-321, OFTA, Editeur, Paris, 1996.
- [19] Sadek D. Design considerations on dialogue systems: from theory to technology. The case of Artimis. *Proceedings of IDS'99 (ETR Workshop on Interactive dialogue for multimedia systems)*, Kloster Irsee, Germany, pp 173-187, 1999.
- [20] Sadek D. Dialogs acts are rational plans. The structure of multimodal dialogue (II). M.M. Taylors, F. Neel & D.C. Bouhuis eds., Publishers John Benjamins publishing company, 2000.
- [21] Sadek D., Bretier P. & Panaget F. Artimis: Natural dialogue meets rational agency. *Proceedings of IJCAI'97*, Nagoya, Japan, pp 1030-1035, 1997.
- [22] Sadek D. & De Mori R. Dialogue systems. Spoken dialogs with computers, R. De Mori ed., Academic Press, London, UK, pp 523-561, 1998.
- [23] Stock O. A third modality for natural language. *Proceedings of ECAI'92*, Vienna, Austria, 1992.
- [24] Weizenbaum J. Eliza – A computer for the study of natural language communication between man and machine. *CACM*, 9, pp. 26-45, 1966.
- [25] Wooldrige M. & Jennings N. Towards a theory of cooperative problem solvings. In Demazeau Y, Muller J.-P., & Perram J. eds, *MAAMAW'94*, Odense, Denmark, 1994.
- [26] Wooldridge M. Reasoning about rational agents. *The MIT Press*, 2000.

#### ANNEXE : EXEMPLE DE DIALOGUE NATUREL VOCAL AVEC ARTIMIS DIALOGUE BOURSE <sup>1</sup>

S:Bonjour, veuillez taper votre identifiant à deux chiffres.  
S:Bonjour Monsieur Martin. Bienvenue sur Dialogue Bourse.  
S:Vous pouvez consulter votre portefeuille ou votre carnet d'ordres, obtenir une information boursière ou effectuer une transaction sur les actions cotées à la Bourse de Paris. Que désirez-vous ?  
U:je souhaite connaître la valorisation de mon compte  
S:Vous voulez connaître la valorisation de quel compte ? Un P.E.A. ou un compte-titres ordinaire ?  
U:euh mon P.E.A.  
S:La valorisation globale de votre P.E.A. était 10177 euros 58 le 22 avril 2004. Vous pouvez demander le détail des lignes, le disponible espèce ou formuler une autre demande. Que désirez-vous ?  
U:et celle de mon compte titres  
S:La valorisation globale de votre compte-titres ordinaire était 12845 euros 65 le 22 avril 2004. Vous pouvez demander le détail des lignes, le disponible espèce ou RD ou formuler une autre demande. Que désirez-vous ?  
U:disponibles espèce  
S:La position espèce de votre compte-titres ordinaire est 8788 euros. Que désirez-vous ?  
U:je voudrais mon disponible en règlement différé  
S:Votre solde disponible SRD pour votre compte-titres ordinaire est 10000 euros. Votre plafond d'autorisation d'encours SRD pour votre compte-titres ordinaire est 10000 euros. Que désirez-vous ?

<sup>1</sup> Les énoncés utilisateurs sont des transcriptions automatiques de ce que le système a compris.

U: euh je pourrais consulter la valorisation de mon P.E.A.  
S: La valorisation globale de votre P.E.A. était 10177 euros 58 le 22 avril 2004. Vous pouvez demander le détail des lignes, le disponible espèce ou formuler une autre demande. Que désirez-vous ?  
U: le détail des lignes  
S: Au 22 avril 2004, vous déteniez onze lignes sur votre P.E.A. pour un montant global de 10177 euros 58. Les trois premières lignes sont vingt-six actions Géophysique, vingt-huit actions Accor et seize actions Bouygues. Voulez-vous le détail, les lignes suivantes ou une autre information ?  
U: je souhaite connaître son cours  
S: L'action Alstom cotait 1 euro 78 à 14 heures 8. Que désirez-vous ?  
U: je voudrais acheter des actions Alstom  
S: Vous voulez acheter des actions Alstom au règlement comptant. Quelle quantité ?  
U: je veux acheter cinq cents  
S: Vous voulez acheter cinq cents actions. Au prix du marché ou à quel cours limite ?  
U: au cours limite de un euro soixante quatre  
S: Vous désirez acheter cinq cents actions Alstom au cours limite de 1 euro 64 sur votre P.E.A. Au règlement comptant avec une date de validité au vendredi 30 avril 2004. Le montant estimé des frais est de 84 euros. Le montant global de l'ordre est estimé à 904 euros. Dites : oui je confirme pour confirmer l'ordre, modifiez pour modifier l'ordre ou abandon pour abandonner l'ordre.

U: Peugeot  
S: Au 22 avril 2004, vous déteniez vingt actions Peugeot cotées à 44 euros 80 \rate , soit un montant global de 896 euros. Que désirez-vous ?  
U: quel est l' avis des analystes  
S: Pour l'action Peugeot, l'opinion de nos analystes est d'acheter depuis le 14 février 2002. Que désirez-vous ?  
U: et est-ce\_ que j' ai des actions Eurotunnel  
S: Au 22 avril 2004, vous ne possédiez pas d'action Eurotunnel dans votre P.E.A.. Que désirez-vous ?  
U: l' action Alstom  
S: Au 22 avril 2004, vous ne possédiez pas d'action Alstom dans votre P.E.A.. Que désirez-vous ?  
U: c'est le cours  
S: Avant de formuler une nouvelle demande, merci de bien vouloir confirmer, modifier ou abandonner l'opération en cours.  
S: Vous désirez acheter cinq cents actions Alstom au cours limite de 1 euro 64 \rate sur votre P.E.A. Au règlement comptant avec une date de validité au vendredi 30 avril 2004. Le montant estimé des frais est de 84 euros. Le montant global de l'ordre est estimé à 904 euros. Dites : oui je confirme pour confirmer l'ordre, modifiez pour modifier l'ordre ou abandon pour abandonner l'ordre.  
U: abandon  
S: Votre ordre n'est pas enregistré. Que désirez-vous ?  
U: euh ce sera tout merci  
S: J'ai compris que vous ne désirez plus d'information. Pouvez-vous le confirmer ?  
U: oui au\_revoir