

Adaptation d'un système de compréhension pour un robot compagnon

Marc Le Tallec

Laboratoire d'Informatique – Université François-Rabelais de Tours
Campus Universitaire de Blois, 3 place Jean Jaurès, F-41000 Blois
marc.letallec@etu.univ-tours.fr

Résumé

Le projet EmotiRob, financé par l'ANR, a pour but de réaliser un robot compagnon pour des enfants fragilisés. Le projet se décompose en deux sous parties que sont le module de compréhension pour comprendre ce que dit l'enfant et un module d'interaction émotionnelle pour apporter une réponse en simulant des émotions par les mouvements du corps, les traits du visage et par l'émission de petits sons simples. Le module de compréhension dont il est question ici réutilise les travaux du système Logus. La principale difficulté est de faire évoluer le système existant d'un dialogue homme-machine finalisé vers un domaine plus large et de détecter l'état émotionnel de l'enfant. Dans un premier temps, nous présentons le projet EmotiRob et ses spécificités. Ensuite, le système de compréhension de la parole Logus, sur lequel se base ce travail, est présenté en détail. Enfin, nous présentons les adaptations du système à la nouvelle tâche EmotiRob.

Abstract

The EmotiRob project, financed by ANR, aims at realizing a robot companion for weakened children. The project decomposes into two under parts that which are the module of understanding to include what says the child and a module of emotional interaction to bring an answer by feigning feelings by the movements of the body, lines of the face and by emission of small simple sounds. The module of understanding reuses the works of the system Logus. The main difficulty is to develop the existing system of a human-machine dialogue finalized towards a wider domain and to detect the emotional state of the child. At first, we present the EmotiRob project and its specificities. Then, the system of understanding Logus, on which bases itself this work is presented. Finally, we present the adaptations of the system to his new task EmotiRob.

Mots-clés : Compréhension du langage, langue parlée spontanée

Keywords : spoken language understanding, spontaneous language

1 le projet EmotiRob : robot compagnon pour enfants fragilisés

1.1 Présentation du projet

Le projet EmotiRob a pour but de concevoir un robot compagnon autonome (peluche animée) pour apporter du bien être à des enfants fragilisés comme par exemple dans le cas de longue hospitalisation. Ce projet fait suite à des expérimentations par le laboratoire Valoria, de l'université Bretagne Sud, d'un autre robot, « Paro », dans des centres de rééducation. Celles-ci ont montré l'apport de robot compagnons dans ce type de situation (Saint-Aimé et al., 2007). Dans ce projet, il est prévu que l'enfant parle au robot et que celui-ci réagisse en simulant des émotions par les mouvements du corps, les traits du visage et par l'émission de petits sons simples. Six émotions ont été retenues : la joie, la tristesse, le dégoût, la peur, la surprise et la colère.

Le projet se découpe en deux parties : le module de compréhension pour interpréter les paroles reçues et un module d'interaction émotionnelle chargé d'apporter la réponse appropriée à l'enfant. Les paroles prononcées par l'enfant seront transcrites sous forme de suite de mots par un système de reconnaissance vocale.

Ce projet s'accompagnera d'une phase d'évaluation en situation réelle d'interaction dans un centre hospitalier pour mesurer la qualité des réponses et leurs impacts sur l'enfant.

1.2 Le module de compréhension dans EmotiRob

Le module de compréhension doit tenir compte de particularités propres au projet :

- Compréhension dans un domaine ouvert
- Un public cible composé de jeunes enfants
- Prise en compte des émotions

En effet, une fois que l'on va donner le robot aux enfants, on ne sait pas quelles vont être leurs réactions. Ils peuvent considérer celui-ci comme une poupée et lui raconter des histoires imaginaires, ou le voir comme un véritable locuteur et lui parler de choses réelles qui leur sont arrivées. Pour le moment, cela reste du domaine de l'hypothèse. On ne peut donc pas savoir comment l'enfant va appréhender l'expérience et de quoi il va vouloir parler. De plus chaque enfant étant différent, les thèmes abordés seront donc multiples. Quelques domaines seront forcément présents comme celui de la famille, de l'école, le monde hospitalier, mais il est fort possible que chaque enfant aborde des choses différentes.

Un corpus est en cours d'enregistrement par le laboratoire ADICORE de l'université Bretagne Sud, à partir d'enregistrement d'enfant dans un contexte de création de contes. Faire un enregistrement dans les mêmes conditions d'expérimentations que le projet aurait été plus efficace et nous aurait permis de répondre à nos interrogations concernant la manière dont les enfants vont percevoir le robot, mais cela était impossible car le robot n'est pas encore prêt.

Cependant, même si on doit donc comprendre des choses plus diverses, on n'est pas obligé de comprendre tous les détails de l'énoncé, mais le sens générale. De plus, il est prévu que le robot puisse, en cas d'incompréhension totale de l'énoncé, se mettre dans une position de repli, comme pour simuler une fatigue temporaire. La peluche n'ayant pas de tâche précise à accomplir, du point de vue de l'enfant, on peut logiquement penser que l'enfant va chercher à adapter ses paroles pour aider la peluche à le comprendre, car pour lui cela sera sa priorité.

Pour le public visé, il s'agit d'enfants fragilisés mais n'ayant pas, à priori, de troubles langagiers. Cela impose de faire en premier lieu un travail sur le vocabulaire propre à ce genre d'individu.

Concernant la détection des émotions, le robot étant conçu pour aider au confort des enfants en difficulté, il faut être en mesure de détecter dans quel état émotionnel se trouve le locuteur pour pouvoir lui apporter une réponse satisfaisante, tout en étant certain de ne pas modifier négativement son état présent.

Le module de compréhension doit également prendre en compte deux points importants lorsqu'il est question de dialogue oral :

- le module de reconnaissance de la parole délivre une liste de mots qui peut être erronée.
- la parole spontanée se caractérise par la présence de disfluences.

Ces disfluences sont le témoignage du mode de production en direct des énoncés et qui cassent leur régularité syntaxique: « le travail d'élaboration est étalé en même temps que le produit élaboré » (Blanche-Benveniste, 2002). Comme rien de ce qui a été dit ne peut être effacé, il contient les marques de la recherche des mots : hésitations, répétitions et auto-corrrections (désignés par les linguistes comme des « réparations »). De plus, dans la langue orale, le locuteur n'est pas tenu à une correction syntaxique aussi stricte que dans la langue écrite et les changements de parcours syntaxiques, voire sémantiques, y sont assez fréquents (Blanche-Benveniste, 1990), (Kerbrat-Orecchioni, 1980).

Le module de compréhension, que nous présentons, réutilise les principes du système Logus (Villaneau et al., 2002). Plusieurs campagnes d'évaluation (Devillers et al., 2004) ont montré que ce système présentait une robustesse d'analyse satisfaisante sur de la parole spontanée. L'objectif de notre recherche est d'adapter Logus au nouveau contexte applicatif du projet EmotiRob. Dans un premier temps, nous allons décrire en détail le système existant.

2 Logus, système de compréhension de la parole spontanée

2.1 Présentation

Les erreurs de reconnaissance et les spécificités de la parole orale spontanée imposent l'utilisation de traitements robustes. Pour laisser davantage d'initiatives aux utilisateurs et mieux détecter leurs intentions, il convient que les structures sémantiques utilisées ne soient pas figées. L'analyse doit être capable d'extraire de l'énoncé lui-même les relations entre les différents éléments qui le composent. Logus s'inscrit dans ce type de tentatives. L'analyse combine les approches syntaxiques et sémantiques : les règles utilisées s'appuient à la fois sur la nature syntaxique des éléments et sur une connaissance sémantique du domaine de

l'application, définie par un certain nombre de prédicats.

L'analyse se déroule suivant deux grandes étapes ; le chunking qui regroupe à partir de règles syntaxiques des mots en petits groupes porteurs de sens, puis la mise en relation des chunks qui aboutit à la construction de la représentation sémantique finale, une formule logique ou un graphe conceptuel. Logus utilise le λ -calcul pour construire une représentation sémantique à la Montague de l'énoncé.

Malgré l'utilisation d'une connaissance pragmatico-sémantique liée à l'application, la spécificité du système se limite au choix des mots du lexique et à la définition de cette connaissance. Plus le lexique sera grand et la connaissance importante, moins le système sera dépendant du domaine d'application.

Les résultats d'une campagne d'évaluation ont mis en évidence une bonne tolérance aux inattendus et aux phénomènes complexes, appuyant ainsi l'approche utilisée.

2.2 Les traitements dans Logus

Le système Logus procède en trois étapes principales, comme indiqué sur la figure 1 pour transformer l'énoncé en une formule logique. Ces trois étapes sont la lemmatisation, la segmentation, et la création des liens sémantiques.

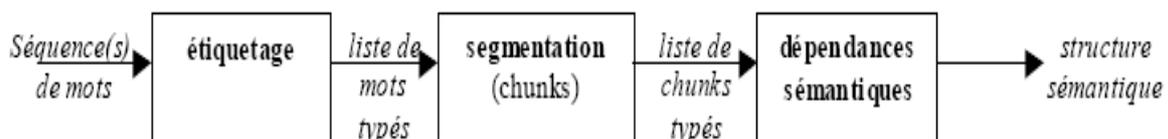


Figure 1 - Architecture du système de compréhension

Lemmatisation

Cette première étape consiste à remplacer chaque mot de l'énoncé par une traduction composé d'un triplet comprenant l'étiquette syntaxique, l'étiquette sémantique, et la représentation sémantique contenue dans un lexique. Si un mot possède plusieurs définitions, elles sont alors toutes gardées pour les étapes suivantes. Dans le cadre de l'adaptation pour le nouveau projet, cette étape va être conservée mais il faut bien sûr revoir entièrement ce nouveau lexique. Il est prévu également d'ajouter une étiquette en rapport avec l'émotion sur chacun des mots.

Chunking

Cette étape segmente l'énoncé en constituants minimaux (chunks) tout en analysant leur structure interne. Il s'agit d'une analyse syntaxique qui se base sur les parties du discours. Ces chunks correspondent souvent à des unités de sens représentant les objets de l'univers. La segmentation facilite donc la transition vers les traitements sémantico-pragmatiques ultérieurs. Mais surtout, cette unité de segmentation est adaptée au langage parlé spontané. Il a en effet été démontré que ces constituants sont le lieu de réalisations privilégiées des

réparations à l'oral (Blanche-Benveniste, 1997). La portée limitée de la segmentation garantit une certaine robustesse tout en autorisant une analyse plus détaillée des énoncés oraux. Aucun élément n'est en effet ignoré à ce stade. Cette étape analyse la structure interne des constituants en plus de caractériser leurs frontières. Enfin, l'étiquetage et la segmentation reposent sur une connaissance syntaxique totalement indépendante de la tâche. Cette architecture présente donc d'indéniables atouts en matière de généricité.

Dans le cas de paroles d'enfants, la structure syntaxique de la phrase ne subit pas de modifications importantes et donc cette partie va être conservée.

Dépendances sémantiques

Cette étape conduit à la représentation sémantique finale du contenu propositionnel. Cette dernière s'obtient en regardant quels sont les liens possibles entre différents objets présents dans l'énoncé. Cette connaissance se présente sous la forme de relations de dépendances prédicat/argument entre les différents objets du domaine. Par exemples, dans le système Logus, si un utilisateur demande : « je veux réserver un hôtel pour deux personnes à moins de 100€ », ce sont les connaissances sémantiques qui vont nous permettre de comprendre le sens de l'énoncé. Sachant qu'un hôtel est composé de chambres, et qu'une chambre a pour propriétés un nombre d'occupants et un tarif, on va pouvoir joindre chaque segment de la phrase pour comprendre que le locuteur souhaite réserver une chambre pour deux personnes pour un prix inférieur à 100 €. La connaissance sémantique regroupe toutes ces informations permettant de relier les constituants d'une requête.

C'est à cette étape que le nouveau projet impose le plus de modifications. En effet la partie sémantique va devoir gérer un nombre d'objets différents plus important. Nous n'avons pas l'ambition de créer un système capable de traiter de tous les domaines, avec n'importe quelle personne. Nous savons que représenter l'ensemble des connaissances du monde est une chose impossible. Le faire pour un domaine restreint est déjà une chose difficile, mais nous pensons qu'en choisissant un public d'enfants, on va suffisamment restreindre le vocabulaire pour arriver à décomplexifier la connaissance sémantique nécessaire.

La première étape pour adapter le système existant est de modifier le lexique. Il faut rechercher quels sont les mots que les enfants vont utiliser pour communiquer avec le robot.

3 Le lexique des enfants

La principale information en entrée du module de compréhension est la séquence de mots qui va être prononcée par l'enfant. Il est donc primordial de connaître le vocabulaire que ce type de public utilise. On peut logiquement penser que le vocabulaire utilisé par ce type de population sera différent d'un public adulte. Nous avons défini un lexique correspondant au vocabulaire enfantin à partir de bases de données lexicales spécifiques. Ce lexique sera ultérieurement adapté par l'observation du corpus enfantin recueilli par le laboratoire ADICORE.

3.1 Présentation des bases lexicales

Nous avons donc récupéré des informations sur le langage des enfants à partir de données disponibles que sont Novlex (Lambert, Chesnet, 2001), Manulex (Lété et al., 2004) et une étude de Dominique Bassano (Bassano et al, 2005).

Manulex est une base de données lexicales qui fournit les fréquences d'occurrences de 23.900 lemmes et 48.900 formes orthographiques extraits d'un corpus de 54 manuels scolaires de lecture. Librement accessible sur internet, la base est à la disposition des chercheurs qui travaillent notamment sur l'acquisition de la lecture.

La base de données lexicales Novlex est un outil permettant d'estimer l'étendue et la fréquence lexicale du vocabulaire écrit adressé à des élèves francophones de l'enseignement primaire. Elle a été constituée grâce à l'analyse de livres scolaires et extra-scolaires destinés à des élèves de CE2 (8-9 ans). Novlex est construit à partir d'un corpus d'à peu près 417 000 mots, ne comprenant ni noms propres, ni prénoms, ni noms de ville, ni onomatopées et ramenés en minuscule. De ce corpus, 20 600 entrées orthographiquement différentes (base d'occurrences) et 9300 racines lexicales (base lexicale) distinctes ont été extraites.

La dernière source d'information utilisée est une étude menée par Dominique Bassano sur le développement du langage chez l'enfant. Cette étude reprend environ 1500 mots recueillis à partir de questionnaires donnés à des parents d'enfants. On trouve dans cette étude les verbes que connaissent les enfants, les adjectifs et les noms propres classés en différentes catégories tel que les animaux, la maison, les repas...

3.2 Création du lexique

Il est inutile pour nous de travailler avec un lexique de 30 000 mots car beaucoup d'entre eux ne vont être utilisés que très rarement par les enfants. Nous avons choisi de faire un croisement de ces différentes bases de données lexicales en fonction du nombre d'occurrence de chaque mot. Le résultat nous est apparu surprenant car des mots très peu utilisés dans la langue française se trouvent très bien placés dans la base de données Novlex en triant par nombre d'occurrences. Ainsi le mot "accu", qui est l'abréviation d'accumulateur, le système d'alimentation électrique, se retrouve 1428 fois dans la base lexicale, alors que les mots "abricot" ou "basket" ne se retrouvent que 238 fois. Pourtant il nous paraît évident que les enfants ont plus de chance de nous parler de fruit, que de source énergétique.

On peut expliquer le fait que des mots moins connus des enfants se retrouvent bien placés dans les fréquences par le fait que la base lexicale est créée à partir de manuels scolaires et donc servent également à élargir le vocabulaire des plus jeunes. Ce genre de manuels contient donc des mots connus par les enfants et d'autres qu'ils doivent apprendre mais qu'ils n'utilisent pas forcément fréquemment.

Le croisement de toutes les bases n'apportant pas grand chose, certaines contenant des noms propres, nous avons donc décidé de nous limiter au croisement des mots de l'étude de Dominique Bassano et des mots de CP de Manulex. Ce croisement permet de se concentrer sur un public volontairement jeune (CP) qui est la cible visée, tout en intégrant la majorité des mots qui seront employés par les enfants. Ce lexique se compose donc au final d'environ 8000 lemmes qui représenteront l'ensemble du vocabulaire compréhensible par le robot.

4 Quelle interprétation : les sorties

Une fois le lexique créé, le module de compréhension doit traiter les informations qu'il reçoit, puis transmettre le résultat pour pouvoir générer l'émotion adéquate en réponse aux paroles de l'enfant. A l'issue de l'étape de compréhension de l'énoncé, quatre types d'informations sont proposés au module d'interaction émotionnelle :

- L'acte de langage associé à l'énoncé
- Le contenu prépositionnel
- L'état émotionnel de l'enfant
- L'univers du discours

A chaque énoncé est associé son acte de langage (Austin, 1962) afin de caractériser l'intention portée par le locuteur. Les actes de langage retenus sont l'affirmation, l'ordre, la demande et la promesse.

Le contenu prépositionnel de l'énoncé sera représenté sous la forme de prédicats et de propriétés. Ils vont être récupérés à partir de la formule logique qui va être créée à la fin de la compréhension. Ils se composeront des différentes actions, des objets dont l'enfant aura parlé et des propriétés de chacun d'entre eux. Nous avons déjà réduit nos différents objets à partir de l'étude des travaux de Dominique Bassano, pour déterminer une première série de prédicats et d'arguments dont le module d'émotion va se servir pour apporter une réponse.

L'état émotionnel de l'enfant va être représenté par un vecteur comportant les six émotions de base (S. Saint-Aimé et al., 2007). Il est prévu que plusieurs émotions pourront se trouver dans un même énoncé. Pour pouvoir répondre à ce problème, il est prévu de représenter l'état émotionnel par un vecteur comportant les six émotions de bases, et pouvant comporter les valeurs 0 si l'information n'a pas été détectée de façon certaine, 1 si l'émotion est présente de façon « normale » et 2 si l'émotion est fortement présente. On se réserve également la possibilité de mettre la valeur -1 si l'émotion n'a pas été détectée mais qu'on ne puisse pas affirmer qu'elle n'est pas présente.

L'univers du discours correspond à la situation dans laquelle l'enfant a exprimé ses paroles. Nous avons pour le moment délimité deux grandes catégories qui sont le monde réel où l'enfant s'exprime sur des actions réalistes et le monde du jeu (ou de l'imaginaire) où l'enfant peut éventuellement exprimer des faits fantaisistes. L'historique du discours nous permettra de déterminer si l'enfant parle sérieusement ou s'il joue.

Par exemple pour l'énoncé : « je veux manger une pomme » dit en criant, on doit pouvoir transmettre : (acte de langage : demande, prédicat : manger(je, pomme), le vecteur émotionnel , univers : vie réelle). On peut penser que le vecteur émotionnel serait positif pour la colère.

Une fois toutes ces informations transmises le module de génération d'émotion s'occupe d'apporter la réponse à l'enfant. (S. Saint-Aimé et al., 2007).

5 Adaptation du système

Le module de compréhension repose sur la même architecture que le système Logus et les mêmes trois étapes. Le choix des mots du lexique étant fait, il faut ajouter toutes les traductions pour l'étape de lemmatisation. Il faut réécrire, comme dans le système Logus, les étiquettes syntaxiques, les étiquettes sémantiques et la représentation sémantique de chaque entrée du lexique. La structure syntaxique des énoncés devant rester sensiblement identique, et le système Logus ayant montré son efficacité, les étiquettes syntaxiques ont été conservées en l'état.

Le reste est par contre entièrement à revoir. En ce qui concerne les étiquettes sémantiques nous avons décidé de nous appuyer sur les travaux de Dominique Bassano pour en extraire nos objets que nous manipulerons dans la connaissance sémantique. On réalise alors une projection de notre lexique (environ 8000 mots) vers cet ensemble de termes (environ 1200 mots) par le biais des étiquettes sémantiques.

La partie connaissance sémantique va ensuite permettre de relier les objets entre eux et d'en extraire du sens. Le problème est qu'en passant à un domaine plus large, le nombre d'objets manipulables a fortement augmenté.

L'idée, dans un premier temps, est de créer des « mini-ontologies » dans certains domaines très connus des enfants, et de les relier les unes aux autres. Ainsi nous créerons un maillage très fort dans les thématiques les plus citées (comme par exemple le thème des animaux, de l'école, la famille...) et un peu moins fort dans les autres. Il faudra vérifier, notamment dans le corpus, comment les enfants abordent les différents domaines pour choisir quels sont les domaines inévitables pour notre connaissance.

Pour le moment, comme nous avons beaucoup d'étiquettes sémantiques, le premier travail a consisté à classer tous nos objets en sous-parties pour créer des grandes catégories. Par exemples les animaux, les personnes, les lieux, les aliments... A l'intérieur de ces catégories de nouveaux découpages sont réalisés. Par exemple, nous avons classé les animaux en trois catégories : les animaux familiers (qui peuvent vivre à la maison), les animaux proches (que les enfants ont l'habitude de voir) et les animaux lointains (qui ne vivent pas près de chez eux). Ces découpages successifs nous permettent dans un premier temps de diminuer le nombre d'étiquettes à traiter et de chercher les propriétés communes aux objets d'une même catégorie. Une fois ce travail sur ces catégories grossières réalisé, il faudra redescendre vers les objets proprement dit et créer les « mini-ontologies » plus spécialisées. Cela nous permet également de proposer au module d'interactions émotionnelles une réponse plus ou moins précise en fonction de quel niveau d'information il sera en mesure de traiter.

La gestion du dialogue sera également un problème sachant que la peluche ne parle pas. Cette partie dépendra en grande partie de comment l'enfant interprète les « émotions » émises par le robot. Il faut, en effet, être capable de savoir si l'enfant a bien compris le signal que nous avons voulu transmettre, pour pouvoir traiter de façon correct l'évolution du « dialogue ».

6 Perspectives

Ce travail de recherche est en cours. Les parties lemmatisation et chunking n'ont pas été

modifiées dans leur fonctionnement. Le lexique a été créé mais la partie la plus importante du travail reste dans la réalisation de la connaissance sémantique. Il faut en effet réfléchir aux relations indispensables pour la bonne compréhension des paroles des enfants. L'analyse du corpus permettra de nous donner quelques pistes, mais cela doit être nuancé par le fait que les conditions d'enregistrements ne sont pas exactement les mêmes que les conditions d'utilisation du robot.

Le travail de création des connaissances a été commencé avec un premier découpage des différents objets en sous parties. Cette première étape permet de faire une taxonomie pour éventuellement augmenter la granularité des résultats à fournir au module d'interactions émotionnelles.

Les premières expérimentations avec le robot nous permettront de répondre à de nombreuses questions et d'ajuster le module de compréhension. Nous saurons alors comment les enfants perçoivent la peluche, quelles sont les thématiques principales abordées et s'il faut modifier la connaissance sur le monde, comment ils comprennent les réponses du robot.

Une fois la compréhension des énoncés réalisée, l'étape suivante va être de s'intéresser à la manière de détecter l'état émotionnel de l'enfant. Pour y arriver deux types d'informations supplémentaires pourront nous être utiles : la prosodie et une image de l'enfant récupérée à l'aide d'une caméra placée dans le robot, au niveau du nez.

Remerciements

Je remercie l'agence nationale de la recherche qui finance ce projet et le laboratoire VALORIA de l'université Bretagne Sud qui m'accueille pour mes recherches.

Références

Austin J. L. (1962). *How to Do Things With Words*. Oxford University Press: Oxford, England.

Bassano D., Labrell F., Champaud C., Lemétayer F., Bonnet P. (2005). Le DLPF : un nouvel outil pour l'évaluation du développement du langage de production en français. *Enfance* 2, 171-208.

Blanche-Benveniste C. (2002). L'étude grammaticale des corpus de langue parlée en français », Actes de *Journées linguistiques de corpus*.

Blanche-Benveniste C. (1990). *Le français parlé ; études grammaticales*, CNRS Editions.

Devillers L., Bonneau-Maynard H., Rosset S., Paroubek P., Mostefa D., Choukri K., Charnay L., Bousquet C., Vigouroux N., Bechet F., Romary L., Antoine J-Y., Villaneau J., Vergnes M. and Goulian J. (2004). The French Evalda-Media project: the evaluation of the understanding capabilities of Spoken Language Dialogue Systems. Actes de *the 4th International*

Conference on Language Resources and Evaluation., 2131-2134.

Kerbrat-Orecchioni C. (1980). *L'énonciation*, Colin.

Lambert, E. & Chesnet, D. (2001). Novlex: une base de données lexicales pour les élèves de primaire. *L'Année Psychologique* 101, 277-288.

Lété, B., Sprenger-Charolles, L., & Colé, P. (2004). MANULEX : A grade-level lexical database from French elementary-school readers . *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 36, 156-166.

Saint-Aimé S., Le-Pévédic B., Duhaut D. (2007). Générer des émotions avec 6 degrés de liberté. Actes de *1ère Conférence Internationale sur l'accessibilité et les systèmes de suppléance aux personnes en situation de handicap, ASSISTH 2007*.

Saint-Aimé S., Le-Pévédic B., Duhaut D., Shibata T. (2007). Emotirob : Companion Robot Project. Actes de *IEEE RO-MAN 2007, 16th IEEE Int. Symp. On Robot and Human Interactive Communication*.

Villaneau J., Antoine J-Y., Ridoux O. (2002). LOGUS : un système formel de compréhension du français parlé spontané - présentation et évaluation. Actes de *TALN'2002*, 165-174.