

Quand le TAL robuste s'attaque au langage parlé : analyse incrémentale pour la compréhension de la parole spontanée

Antoine Jean-Yves, Goulian Jérôme, Villaneau Jeanne

Laboratoire VALORIA – Université de Bretagne Sud
Rue Yves Mainguy, F-56000 Vannes – Mel : {Nom.Prenom}@univ-ubs.fr

Résumé – Abstract

Dans cet article, nous discutons de l'application au langage parlé des techniques d'analyse syntaxique robuste développées pour l'écrit. Nous présentons deux systèmes de compréhension de parole spontanée en situation de dialogue homme-machine finalisé, dont les performances montrent la pertinence de ces méthodes pour atteindre une compréhension fine et robuste des énoncés oraux.

This papers discusses the relevance of robust parsing techniques for the analysis of spontaneous spoken language. It presents two speech understanding systems devoted to human-machine communication that implement such robust methods. Their performances suggest that robust parsing should apply usefully to spontaneous speech.

Keywords – Mots Clés

Analyse syntaxique robuste, compréhension de la parole, dialogue homme-machine.
Robust parsing, spoken language understanding, human-machine dialogue.

1 TAL robuste et ingénierie des langues

Le TALN a connu au cours de la dernière décennie une révolution épistémologique que résume l'émergence de la notion d'ingénierie des langues. Alors que les recherches antérieures privilégiaient une approche en compétence suivant la démarche de l'Intelligence Artificielle, les années 1990 se sont concentrées sur la réalisation de systèmes performants mettant en jeu des utilisateurs réels (Cunningham, 2000). Cette évolution s'est traduite par l'apparition d'approches qui, sans renier l'apport des travaux antérieurs à fort ancrage linguistique, recherchent en priorité une robustesse et une efficacité d'analyse sur du langage libre. On a ainsi vu se développer des analyseurs syntaxiques robustes reposant sur deux postulats principaux (Ejerhed, 1993) :

- Analyse complète mais superficielle (*shallow parsing*) limitée par exemple à une segmentation en constituants minimaux non récursifs, appelés *chunks* (Abney, 1991).
- Analyse non destructrice c'est-à-dire conservant toute l'information présente dans l'énoncé pour des traitements ultérieurs plus profonds. En particulier, ces analyseurs privilégient la robustesse à une désambiguïsation complète — mais risquée — au niveau d'analyse considéré. On parle alors de sous-spécification de l'analyse.

La généralisation de cette démarche sur plusieurs niveaux de traitements conduit à une analyse incrémentale où chaque étape répond aux mêmes exigences (Aït-Mokhtar *et al*, 2003):

- Analyse sous-spécifiée et superficielle, au sens où la profondeur des représentations élaborées ne s'accroît que légèrement d'un niveau à l'autre,
- Indépendance conceptuelle vis-à-vis de l'analyse globale : les connaissances manipulées à un niveau donné font sens par elles-mêmes,
- Mise en œuvre à l'aide de techniques efficaces (automates à états finis par exemple).

Regroupées souvent sous le terme de TAL robuste (*robust parsing*), ces approches présentent des performances intéressantes sur des textes libres. Elles ont jusqu'à présent surtout concerné le langage écrit. Au contraire, cet article s'intéresse à leur application au langage parlé et plus précisément à la compréhension de parole en situation de dialogue homme-machine finalisé.

2 Compréhension de parole et dialogue oral homme-machine

Les systèmes de dialogue reposent sur une architecture proche, en première approximation, de celle donnée en figure 1. Le message oral de l'utilisateur est tout d'abord traité par un module de reconnaissance de parole qui fournit une (ou plusieurs) solution(s) classée(s) par scores de vraisemblance décroissants. Ces énoncés reconnus sont traités par un module de compréhension de parole qui en construit une représentation sémantique caractérisant la structuration de l'information littérale présente dans l'énoncé. Cette représentation est ensuite actualisée dans une étape d'interprétation contextuelle qui va résoudre certaines ambiguïtés et co-références.

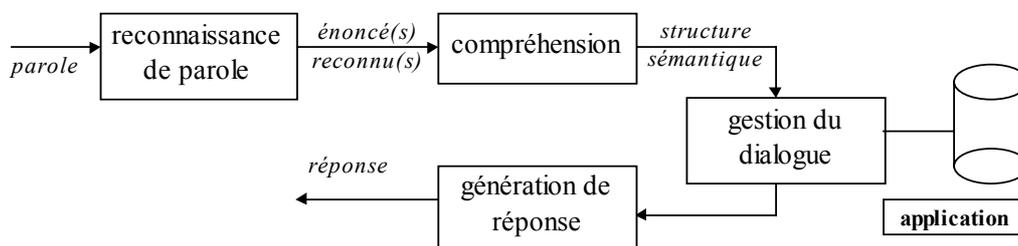


Figure 1 — Architecture générale d'un système de dialogue oral homme – machine

L'objectif de cette interprétation est également de caractériser les buts de l'utilisateur en identifiant les actes de dialogues présents dans l'énoncé. C'est pourquoi elle est souvent du ressort du contrôleur de dialogue qui gère l'interface avec l'application (base de données par exemple) ainsi que l'interaction avec l'utilisateur (chaîne de génération variant en fonction de la modalité de sortie).

Nous nous intéresserons ici exclusivement à l'étape de compréhension des énoncés oraux, qui doit faire face à deux problèmes qu'on ne rencontre pas à l'écrit. D'une part, elle intervient sur une séquence de mots fortement bruitée par les erreurs du module de reconnaissance. En cas de dialogue interactif, on observe d'autre part de nombreuses constructions orales spontanées qui, tout en perturbant la reconnaissance, gênent l'identification de la structure des énoncés :

- hésitations *Je voudrais un aller simple pour euh attendez Rosporden c'est cela*
- réparations *Savez-vous s'il y a un hôtel un hôtel-restaurant dans la gare (répétition)
Ce serait donc pour le retour non excusez-moi pour l'aller (correction)*
- incises *Je prends le premier train c'est à dire je suis très pressé hein pour Paris*

Afin de contourner ces difficultés, certains systèmes cherchent à pré-traiter les énoncés oraux pour les corriger avant leur analyse. Les taux de correction rapportés (Heeman, 1997) restent cependant éloignés d'un traitement réellement robuste.

3 Compréhension sélective de la parole

Une réponse aux difficultés de traitement du langage parlé consiste à profiter du caractère finalisé du dialogue pour développer des approches orientées par la tâche. Dans ce cas, la compréhension se limite à l'identification d'îlots-clés représentant des unités de sens pertinentes dans l'univers de la tâche ou utiles à la gestion du canal de communication. On parle alors de compréhension sélective restreinte au « *sens utile* » de l'énoncé (Pérennou, 1996). Celui-ci est représenté par un ensemble de rôles pragmatiques prédéfinis qui sont instanciés par les segments-clés caractérisés.

<i>Bonjour je voudrais les vols euh la liste des vols pour Paris merci</i>	<pre><type_requete = vols> <départ = LOCAL> <arrivée = Paris> <date depart = AUJOURD'HUI></pre>
--	---

Figure 2 — Exemple de schéma obtenu en compréhension sélective de la parole

Le caractère partiel de ces traitements leur garantit une certaine robustesse d'analyse. Néanmoins, on peut s'interroger sur leur extension à des applications plus complexes. Toute augmentation de complexité se traduit en effet par une ambiguïté lexicale accrue qui posera problème à des approches présupposant « *qu'il existe une projection non ambiguë des énoncés de l'utilisateur vers les schémas de l'application* » (Pierrel, Romary, 2000 : 332). Dans le cas d'applications étendues (multi-domaines), le recours à une analyse linguistique plus détaillée apparaît donc comme une nécessité (van Noord et al., 1999). Elle facilite par ailleurs la représentation d'objets complexes comme l'identification précise des intentions de l'utilisateur (modaux ou des adverbes de degré par exemple). Cette finesse d'analyse ne pouvant être atteinte aux dépens de la robustesse, il nous a semblé intéressant d'adopter une démarche proche de celles employées pour l'écrit en TAL robuste.

4 Analyse incrémentale robuste pour la compréhension de parole

Plusieurs systèmes de compréhension de la parole ont déjà cherché à étudier la structure profonde des énoncés oraux. Ainsi, le système TINA combine un analyseur syntaxique profond à un module de compréhension sélective prenant le relais du premier en cas d'échec (Seneff, 1992). Pour pouvoir apprécier les très bonnes performances du système, il faudrait néanmoins savoir dans quelle mesure le module sélectif a pris le relais de l'analyse linguistique. A l'opposé, les systèmes ROMUS et LOGUS développés dans notre laboratoire mettent en œuvre une stratégie d'analyse qui applique directement les principes du TAL robuste. Le domaine d'application retenu est le renseignement touristique. Il s'agit d'une tâche présentant une complexité relativement importante, comme en témoignent les ambiguïtés lexicales rencontrées dans nos corpus.

4.1 Caractéristiques communes des systèmes ROMUS et LOGUS

Tout en reposant sur des techniques différentes, ROMUS et LOGUS suivent la même stratégie d'analyse incrémentale. Elle implique une succession d'étapes (figure 3) assez classique en TAL robuste et que l'on retrouve chez (Zechner, 1998) pour le langage oral. Nous avons toutefois apporté plusieurs modifications à cette stratégie générale pour répondre à la fois au caractère spontané de l'élocution et à la nature finalisée du dialogue mis en jeu.

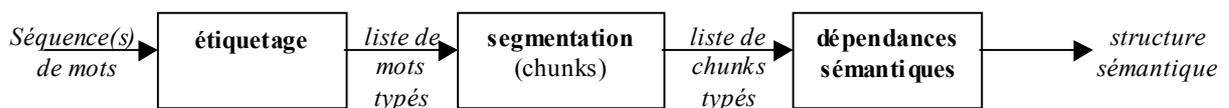


Figure 3 — Architecture générique des systèmes de compréhension LOGUS et ROMUS

Étiquetage — Cette étape consiste à associer à chaque mot une partie du discours. Plus précisément, on utilise un jeu de catégories syntaxiques associées éventuellement à quelques informations morpho-syntaxiques. Contrairement à (Zechner, 1998), cette étape ne vise pas un étiquetage totalement désambiguïté. On retrouve ici le principe de sous-spécification qui limite la propagation ultérieure des erreurs et nous permet d'atteindre à ce stade des taux de précision élevés. L'étape suivante poursuivra cette désambiguïté en considérant un contexte d'analyse plus large.

Segmentation — 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 réalisation privilégié des réparations à l'oral (Blanche-Benveniste, 1997 : 47). Cette observation permet d'envisager un traitement intégré des réparations en analysant le *reparandum* et l'altération comme la réalisation de deux *chunks* distincts. Afin d'aligner la segmentation avec ces éléments oraux, nos *chunks* ont une taille minimale, comme le montre l'exemple ci-dessous :

- (1) [je] [veux] [les tarifs] [pour une chambre] [enfin] [une chambre double] [à l'hôtel]
[Caumartin] [et] [au Crillon]

On remarquera que la segmentation n'est jamais destructrice, même en présence de réparations. En effet, le *reparandum* n'est pas effacé par l'altération comme dans les pré-traitements correctifs (Heeman, 1997). On conserve ainsi l'ensemble de l'information véhiculée par le message oral, ce qui permet une identification plus fine des intentions du locuteur. Les réparations seront analysées ultérieurement par l'étape de caractérisation de dépendances entre *chunks*.

La portée limitée de la segmentation garantit une certaine robustesse tout en autorisant une analyse plus détaillée des énoncés oraux. Contrairement aux approches sélectives, aucun élément n'est en effet ignoré à ce stade. De même, 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 généralité. Ce ne sera pas le cas de la dernière étape de traitement.

Dépendances sémantiques — Cette étape conduit à la représentation finale de l'énoncé. Cette dernière s'obtient par la caractérisation de dépendances sémantico-pragmatiques entre les *chunks*. En règle générale, ces relations concernent les têtes lexicales des *chunks*. Chaque constituant syntaxique est considéré comme une instance de concepts sémantico-pragmatiques. Un lexique pragmatique, spécifique à l'application, décrit alors les attentes des concepts sous forme de relations de dépendances prédicat/argument entre les éléments de la tâche (par exemple, un tarif peut-être associé à différentes propriétés). L'analyse revient à construire un graphe de dépendances par recherche d'associations. Elle suit une heuristique privilégiant la solution la plus couvrante qui minimise le nombre des concepts finaux ou les dépendances les plus courtes. Cette stratégie autorise une analyse partielle en cas de difficultés. De même, les *chunks* qui correspondent au *reparandum* et à l'altération des réparations sont associés dans un même concept à ce niveau de traitement. Cette étape cherche également à déterminer le type d'acte de dialogue véhiculé par l'énoncé. Suivant le principe de sous-spécification déjà rencontré, cette caractérisation reste volontairement grossière (*assertion / demande / confirmation*, etc.). Le contrôleur de dialogue l'affinera ultérieurement.

Nous allons maintenant étudier les spécificités des deux systèmes qui, dépassant les simples questions d'implémentation, ne sont toutefois pas fondamentales d'un point de vue théorique.

4.2 Système ROMUS

Le système ROMUS (Goulian 2002) répond assez fidèlement à l'architecture décrite ci-dessus. Nous ne donnerons donc que quelques informations sur son implémentation.

Etiquetage — Le lexique utilisé pour l'étiquetage en parties du discours (45 000 mots, 34 étiquettes grammaticales) est représenté sous la forme d'un automate à états finis déterministe. La désambiguïsation s'effectue à l'aide d'un nombre limité de règles locales compilées en transducteurs déterministes utilisés en cascade. Elle reste partielle afin d'éviter des erreurs pénalisantes pour la suite de l'analyse. L'étiquetage présente ainsi un taux de décision de 80,4 % (corpus de test de 1200 énoncés) pour une précision de 97,5 %.

Segmentation — La segmentation repose sur une modélisation symbolique. Chaque *chunk* est décrit par un ensemble d'expressions régulières portant sur les parties du discours des mots de

l'énoncé. Ces expressions sont également compilées en transducteurs déterministes et donnent lieu de la même manière à une analyse en cascade. L'ambiguïté de la segmentation est gérée par une heuristique de maximisation des segments détectés. Au final, cette étape segmente l'énoncé en constituants minimaux généraux (*chunks* nominaux, verbaux, etc.) mais aussi suivant des segments correspondant à des expressions langagières particulières (date, heure, prix) ou encore à des marques (interjections, appuis du discours) de l'oral spontané (cf. exemple 1 du paragraphe 4.1).

Les règles de segmentation permettent un typage syntaxique des constituants ainsi qu'une caractérisation de leur structure (tête lexicale, dépendances locales). En fin de segmentation, chaque *chunk* est représenté par un arbre dont la racine est un triplet $\langle S, T, M \rangle$, où S est la catégorie syntaxique du segment, T sa tête lexicale et M un ensemble de marques morphologiques.

Dépendances — La caractérisation des dépendances entre *chunks* repose sur une adaptation du formalisme des grammaires de liens (Sleator, Temperley, 1991) permettant l'utilisation d'une connaissance sémantico-pragmatique. Les grammaires de liens ne peuvent modéliser les structures non projectives mais nos études de corpus (Antoine, Goulian, 2001) ont montré que cette limitation est sans conséquence en dialogue finalisé. A chaque entrée de la grammaire de liens (lexique) correspond un ensemble d'attentes sémantiques spécifiques à la tâche. Elles s'expriment au moyen de connecteurs étiquetés et orientés qui doivent s'associer deux à deux pour former une relation valide. Ces relations concernent des triplets $\langle S, T, M \rangle$ et non pas des mots comme dans le formalisme originel des grammaires de liens. Nous avons par ailleurs défini deux types de relations :

- Relations spécifiques aux items lexicaux, comme par exemple la relation *Catégorie* qui peut relier deux segments $\langle GN, \text{« hôtel »}, \text{indéfini} \rangle$ et $\langle GN, \text{« étoile »}, \text{défini} \rangle$.
- Relations exprimant des constructions syntaxiques génériques comme les coordinations marquées par une conjonction ($\langle \text{Coo}, \text{« et »}, \emptyset \rangle$ par exemple). Les réparations marquées peuvent également être modélisées ainsi : $\langle \text{Cor}, \text{« non »}, \emptyset \rangle$ par exemple.

La stratégie d'analyse repose sur l'algorithme de (Sleator & Temperley, 1991). Eventuellement partielle, elle procède par expansion d'îlots en rattachant les éléments ayant des attentes compatibles. Ce rattachement permet de détecter les réparations qui n'ont pas encore été caractérisées. En effet, nous modélisons par un opérateur spécifique le phénomène d'entassement paradigmatique qui résulte de ces réparations (Blanche-Benveniste, 1997).

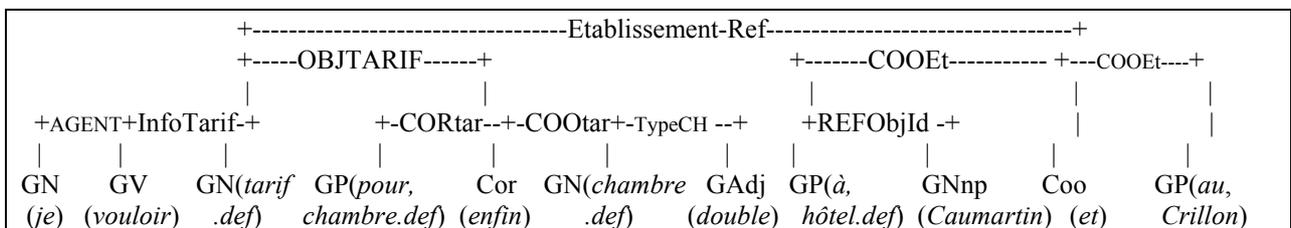


Figure 4 — Exemple de structure de liens obtenu en sortie du système ROMUS

En fin d'analyse, un système de coût permet de hiérarchiser les différents graphes de dépendances obtenus. Nous privilégions, par ordre de coût décroissant, les analyses complètes,

les analyses partielles avec îlots complets puis les analyses partielles avec éléments isolés. La représentation sémantique qui est obtenue en sortie est une structure de liens. A titre d'exemple, la figure 4 donne la structure de liens correspondant à l'exemple (1) du paragraphe 4.1.

4.3 Système LOGUS

Le système LOGUS (Villaneau, Antoine, Ridoux, 2002) repose sur l'utilisation de techniques originales dans le domaine de la parole. Il s'agit en effet d'un système logique utilisant le λ -calcul pour construire une représentation sémantique à la Montague de l'énoncé. L'intérêt de l'approche logique est sa compatibilité avec de nombreux travaux portant sur le dialogue. On pense ainsi à la DRT (Kamp, Reyle, 1993) ou encore à la formalisation logique de la théorie des actes de langage de Searle (logique illocutoire : Vanderveken, 1994). LOGUS vise donc une intégration forte de la compréhension et de la gestion du dialogue. Il répond aux caractéristiques ci-dessous.

Etiquetage — Cet étape est minimale : par accès au lexique, elle consiste à associer à chaque mot sa ou ses définitions : un triplet $\langle C, R, S \rangle$ où C est la catégorie syntaxique, R le rôle du segment vis-à-vis de la tâche (*objet*, (*prop quantité*) pour une propriété de quantité, etc.) et S un λ -terme qui correspond à la traduction de l'élément dans le langage cible. Les éventuelles ambiguïtés sont levées lors des étapes ultérieures de traitement.

Segmentation — La segmentation repose sur la composition des λ -termes représentant chaque mot, suivant deux règles dérivées de l'application des grammaires catégorielles de type AB (Bar-Hillel, 1964 ; Moorgat, 1997) : (A1) $A, A \setminus B \Rightarrow B$ (A2) $B/A, A \Rightarrow B$
Par exemple, le chunk adjectival *pas trop cher* est caractérisé par les applications suivantes :

« pas »	$\langle \text{adj/adj}, (\text{prop } R)/(\text{prop } R), \lambda x.(\text{pas } x) \rangle$
« trop »	$\langle \text{adj/adj}, (\text{prop } R)/(\text{prop } R), \lambda x.x \rangle$
« cher »	$\langle \text{adj}, (\text{prop tarif}), \text{cher} \rangle$
« pas trop cher »	$\langle \text{adj}, (\text{prop tarif}), (\lambda x.(\text{pas } x) (\lambda x.x \text{ cher})) \equiv_{\beta} (\text{pas cher}) \rangle$

La stratégie d'analyse suivie correspond à l'application de toutes les compositions possible, associée à une heuristique finale qui privilégie la construction d'un minimum de constituants. A l'issue de la segmentation, les éléments isolés (correspondant à des catégories fractionnaires non réduites) sont éliminés. On réalise ainsi un premier traitement des réparations très fragmentaires. Ainsi, l'hésitation et la préposition corrigée seront éliminées dans l'énoncé « *un aller simple vers euh pour Paris* ».

Dépendances entre segments — Les possibilités de rattachement des segments sont décrites par des prédicats logiques qui constituent une connaissance pragmatique spécifique à l'application. Un jeu de règles syntaxico-sémantiques, qui portent sur les triplets $\langle C, R, S \rangle$, permet de composer progressivement ces différents constituants et d'obtenir une formule logique représentant le sens de l'énoncé. Comme pour ROMUS, on définit des règles propres à la caractérisation des relations entre objets et des règles génériques de coordination. Les réparations sont également traitées par des règles génériques semblables. Enfin, on a également défini des règles qui caractérisent à partir de certains segments l'acte de dialogue de l'énoncé.

Les règles sont réparties en plusieurs sous-ensembles correspondant à autant de niveaux d'application successifs suivant une stratégie d'analyse incrémentale. Chaque niveau d'analyse correspond à un relâchement plus important des contraintes sur la caractérisation des dépendances. Pour une présentation détaillée de cette application en cascade, on consultera (Villaneau, Antoine, Ridoux, 2002). On relèvera seulement que cette stratégie autorise les analyses partielles. Enfin, cette étape permet une résolution précoce des co-références les plus simples par consultation d'un historique des énoncés utilisateur. La figure 5 donne ainsi la formule logique qui correspond à la représentation sémantique de l'énoncé du paragraphe 4.1.

((requete vouloir) (et (de (tarif [] (de (chambre [(taille_chambre double])) (de (hotel [identification 'Caumartin']))) (de (tarif [] (de (chambre [(taille_chambre double])) (de (hotel [identification 'Crillon'])))))
--

Figure 5 — Exemple de formule logique obtenue en sortie du système LOGUS

5 Résultats

Les systèmes ont été testés au cours d'une campagne d'évaluation de la compréhension de parole réalisée dans le cadre du GDR-I3 du CNRS (Antoine *et al.*, 2002). Cette évaluation avait une visée diagnostic ne permettant pas une comparaison directe entre les participants (CLIPS-IMAG, IRIT, LIMSI, VALORIA). Les systèmes ont en effet été testés sur des jeux de tests comparables (1200 énoncés présentant les mêmes procédés oraux) mais différents, chaque système s'intéressant à une tâche spécifique. Le tableau 1 présente les derniers résultats obtenus par nos systèmes.

Type de difficulté	ROMUS-2003	LOGUS-2003
(1) oral spontané	94,2 % (dont 2,9 % compréhension partielle)	98,0 % (dont 4,3 % comp. partielle)
(2) complexité	94,4 % (dont 4,6 % comp. partielle)	89,7 % (dont 16,7 % comp. partielle)
(1) et (2) combinés	62,5 % (dont 10,4 % comp. partielle)	85,4 % (dont 23,7 % comp. partielle)

Tableau 1 — Performances (taux d'énoncés compris) des systèmes sur les tests de la campagne d'évaluation par défi du GDR-I3. Chaque système est évalué sur un jeu de test spécifique.

Compréhension partielle : non-identification d'éléments « non essentiels » de l'énoncé

Ces résultats sont regroupés par séries de tests. La première regroupe des énoncés comportant des procédés de l'oral spontané ou des dislocations tandis que la seconde concerne des énoncés de structure complexe (requêtes multiples, rattachement d'arguments récursifs, etc.). La dernière série combine ces deux difficultés et concerne des énoncés qui se rapprochent du dialogue oral humain. On constate que les deux systèmes présentent une robustesse appréciable sur les structures linguistiques complexes (à l'exclusion de certaines requêtes multiples) ainsi que sur des phénomènes de l'oral spontané tels que les réparations ou les dislocations. Les résultats plus mitigés de la troisième série sont à la mesure de la difficulté que représente le traitement d'énoncés libres proches de la conversation humaine. Ils se retrouvent chez les autres participants.

Par ailleurs, nous avons cherché à évaluer l'influence des erreurs de reconnaissance sur le comportement du système ROMUS. Partant de 600 énoncés oraux traités par une dictée vocale

grand public (IBM Via Voice), nous avons obtenu un corpus de test comportant 358 énoncés présentant une ou plusieurs erreurs de reconnaissance de type lexical (insertion, substitution ou élision) et 140 énoncés présentant au moins une erreur d'accord. Ces erreurs ont eu une influence sur la compréhension dans 16% des cas. Elles n'ont cependant jamais conduit à une représentation erronée de l'énoncé, mais simplement à la construction de structures incomplètes.

6 Conclusion et perspectives

ROMUS et LOGUS participeront à la prochaine campagne d'évaluation MEDIA-EVALDA sur la compréhension de parole en contexte dialogique. Cette évaluation, qui portera sur le renseignement touristique, devrait permettre de mieux situer la pertinence de notre approche. Dans l'immédiat, nous poursuivons ces recherches en étendant notre stratégie incrémentale robuste dans deux directions :

- Pré-traitement des réparations de l'oral spontané fondé sur une analyse superficielle de l'énoncé intégrant toutefois une information morpho-syntaxique. Contrairement aux approches classiques du domaine (Heeman, 1997), cette normalisation ne sera pas destructrice. Elle se limitera en effet à la délimitation et non à la correction des réparations.
- Interprétation contextuelle des énoncés oraux en amont du dialogue. L'objectif est d'identifier et de résoudre de certaines co-références ne nécessitant pas une analyse fine du dialogue et de l'évolution de la tâche. Cette étape générique s'inspire de techniques issues du TAL robuste et appliquées jusqu'ici à l'écrit (Mitkov, 1998). Les co-références non résolues à ce stade (sous-spécification de l'analyse) seront ensuite confiées au contrôleur de dialogue suivant une stratégie incrémentale.

Références

- Abney S. (1991), Parsing by chunks, In. Berwick, Abney, Tenny (Eds.) *Principle-based parsing*. Amsterdam, Kluwer Academic Publishers
- Aït-Mokhtar S., Chanod J.-P., Roux C. (2003), Robustness beyond shallowness: incremental deep parsing, *Natural Language Engineering*, Vol. 8 (3-2).
- Antoine J.-Y., Goulian J. (2001), Etude des phénomènes d'extraction en français parlé sur deux corpus de dialogue finalisé, *Traitement Automatique des Langues*, 42(2), pp. 413-440.
- Antoine J.-Y. *et al.* (2002), Predictive and objective evaluation of speech understanding : the « challenge » evaluation campaign of the I3 speech workgroup of the French CNRS. Actes *LREC'2002*, Las Palmas de Gran Canaria, Espagne, pp. 529-536.
- Bar-Hillel Y. (1964). *Language and information*. Addison-Wesley, Reading, Etats-Unis.
- Belleannée C., Brisset P., Ridoux O. (1999) A pragmatic reconstruction of λ Prolog. *Journal of Logic Programming*, 41(1). 67-10
- Blanche-Benveniste C. (1997), *Approches de la langue parlée en français*, Coll. *L'essentiel Français*, Paris, France : Ophrys.

- Cunningham H. (2000), A definition and short history of Language Engineering, *Natural Language Engineering*, Vol. 5(1), pp.1-16.
- Ejerhed E. (1993), Nouveaux courants en analyse syntaxique, *TAL*, 34(1), pp.61-82.
- Goulian J. (2002), *Stratégie d'analyse détaillée pour la compréhension automatique robuste de la parole*. Thèse de doctorat. Vannes : Université de Bretagne Sud. 13 décembre 2002.
- Heeman P. (1997), *Speech repairs, intonational boundaries and discourse markers : modeling speakers' utterances in spoken dialog*. PhD dissertation, University of Rochester.
- Kamp H., Reyle U. (1993), *From discourse to logic*, Amsterdam : Kluwer Academic Publ.
- Mitkov R., (1998) *Robust pronoun resolution with limited knowledge*, COLING'98/ACL'98. Montréal, Canada, pp. 869-875.
- Moorgat M. (1997), Categorical type logics. In van Benthem J., ter Meulen A. (Eds.) *Handbook of logic and language*. Elsevier Sciences, North-Holland, Amsterdam, Pays-Bas, pp. 93-177.
- van Noord G., Bouma G., Koeling R., Nederhof M.J. (1999), Robust grammatical analysis for spoken dialogue systems. *Natural Language Engineering*, 5(1).
- Pérennou G. (1996), Compréhension du dialogue oral : le rôle du lexique dans l'approche par segments conceptuels. Actes de l'atelier *Lexique et Communication Parlée*, GDR-PRC CHM, Toulouse, France. pp. 169-178.
- Seneff S. (1992), Robust parsing for spoken language systems. *International Conference on Acoustics, Speech and Signal, ICASSP'1992*, San Francisco, Etats-Unis, pp. 189-192.
- Sleator D. D. K., Temperley D. (1991), *Parsing English with a link grammar*, rapport CMU-CS-91-196, School of Computer Science, Carnegie Mellon University, Pittsburgh.
- Vanderveken D. (1994), A complete formulation of a simple logic of elementary illocutionary acts. In Tsohatzidis S. L. (Ed.), *Foundations of speech act theory : philosophical and linguistic perspectives*. Routledge, pp. 99-131.
- Villaneau J., Antoine J.-Y., Ridoux O. (2002), LOGUS : un système formel de compréhension du français parlé spontané. Actes *TALN'2002*, Nancy, France, pp. 165-174.
- Zechner K. (1998), Automatic construction of frame representations for spontaneous speech in unrestricted domains. Actes *COLING-ACL'1998*. Montréal, Canada, pp. 1448-1452.