

Analyse et expansion des textes en question-réponse

Bernard Jacquemin

ILPGA – 19, rue des Bernardins – 75 005 Paris – France

b_jacquemin@yahoo.fr

Abstract

This paper presents an original methodology to consider question answering. We noticed that query expansion is often incorrect because of a bad understanding of the question. But the automatic good understanding of an utterance is linked to the context length, and the question are often short. This methodology proposes to analyse the documents and to construct an informative structure from the results of the analysis and from a semantic text expansion. The linguistic analysis identifies words (tokenization and morphological analysis), links between words (syntactic analysis) and word sense (semantic disambiguation). The text expansion adds to each word the synonyms matching its sense and replaces the words in the utterances by derivatives, modifying the syntactic schema if necessary. In this way, whatever enrichment may be, the text keeps the same meaning, but each piece of information matches many realisations. The questioning method consists in constructing a local informative structure without enrichment, and matches it with the documentary structure. If a sentence in the informative structure matches the question structure, this sentence is the answer to the question.

Résumé

Cet article présente une méthode originale d'envisager la tâche de question-réponse. Nous avons remarqué que l'expansion de requête est souvent erronée du fait d'une mécompréhension de la question. Mais la bonne compréhension d'un énoncé est fonction de la taille du contexte, et les question sont souvent courtes. Notre approche propose d'analyser les documents et de construire une structure informationnelle en utilisant les résultats de l'analyse ainsi que l'enrichissement sémantique des textes. Une analyse linguistique identifie les mots (segmentation et analyse morphologique), les liens entre les mots (analyse syntaxique) et le sens des mots (désambiguïsation sémantique lexicale). L'expansion de texte adjoint à chaque mot les synonymes qui correspondent à son acception contextuelle et remplacent les mots des énoncés par leurs dérivés, modifiant si nécessaire la structure syntaxique de la phrase. De la sorte, quel que soit l'enrichissement utilisé, le texte conserve la même signification, tandis que chaque élément d'information obtient de nombreuses actualisations. La procédure d'interrogation consiste à construire une structure informationnelle locale à la question sans effectuer d'enrichissement, et à faire lui faire correspondre un ou plusieurs fragments de la structure documentaire. Si une phrase de la structure informationnelle documentaire correspond à celle de la question, cette phrase contient la réponse à la question.

Keywords: question answering, information structuring, lexical semantic disambiguation, parsing, text expansion, synonymy, derivation.

1. Introduction

Dans notre société, la maîtrise de l'information est devenue un enjeu très important, que ce soit en politique, en économie, dans le domaine culturel, etc. Mais le contrôle de l'information doit faire face à la profusion des données disponibles. De fait, le nombre des documents textuels augmente chaque jour, et aucun humain ne peut actuellement avoir une idée précise de l'ensemble de l'information qu'ils contiennent.

De ce fait, les méthodes qui permettent d'étudier, d'identifier et de classifier l'information dans les textes électroniques prennent de plus en plus d'importance. Les disciplines de traitement de

l'information - et plus particulièrement l'extraction d'information, la recherche d'information ou la tâche de question-réponse - permettent de trouver un élément d'information dans une base textuelle. Dans ce domaine, chacune des disciplines possède ses propres spécificités. En particulier, la tâche de question-réponse joue un rôle de premier plan d'une part parce que contrairement à la recherche d'information, c'est une information particulière et précise qui doit être obtenue, et d'autre part parce que les données recherchées sont variable, contrairement à la discipline d'extraction d'information.

Depuis TREC-8 (*Text REtrieval Conference*) (Voorhees et Harman, 1999 ; Voorhees, 1999), toutes les méthodes de question-réponse proposées utilisent une architecture similaire : un module d'analyse de la question chargé d'identifier les éléments d'information présents dans la requête, et parfois de catégoriser la réponse attendue ; un système d'expansion de requêtes qui donne à chaque élément d'information de la question autant d'actualisations qu'il est possible, car la même donnée peut se présenter sous plusieurs formes dans un texte ; un moteur de recherche qui recherche chaque élément d'information dans les textes, quelle que soit son actualisation.

Toutes les méthodes qui participent à la compétition TREC fondent leur méthode de recherche sur le traitement de la requête. Par exemple, Hull (1999) utilise des analyseurs pour extraire et identifier le vocabulaire de la question et trouver la réponse contenant les mots les plus importants de cette question. Le système QALC (Ferret *et al.*, 1999) est basé sur une analyse linguistique de la requête, ainsi que sur l'exploitation par un moteur de recherche de mots-clefs obtenus au départ de cette requête (racinisation, synonymes, entités nommées etc.). Falcon (Harabagiu *et al.*, 2002) est le seul système qui considère que le traitement des données textuelles est aussi important que la catégorisation des questions. Cependant, ce système est également centré sur le traitement de la requête. En effet, les fragments de la base textuelle analysés sont obtenus par un moteur de recherche utilisant le vocabulaire de la question ou des mots-clefs issus du traitement de cette question.

Nous avons décidé de faire varier cette architecture traditionnelle en effectuant les principaux traitements non plus sur la requête, mais sur les textes de la base documentaire dans laquelle sont cherchées les réponses. Au travers de ces traitements, nous obtenons une structure informationnelle enrichie que nous pouvons interroger par un traitement minimal de la question. Dans cet article, nous exposons d'abord pourquoi nous avons choisi d'effectuer des traitements sur les textes. Ensuite, nous présentons le traitement appliqué aux documents pour récolter des données destinées à la construction de la structure informationnelle. Puis nous décrivons brièvement la technique d'interrogation de la structure. Enfin, nous présentons une évaluation de ce système de question-réponse.

2. Effectuer des traitements sur les textes plutôt que sur les questions

La décision de procéder à des traitement d'expansion sur les documents plutôt que sur la question provient d'une constatation : de nombreux enrichissements appliqués à la question ne correspondent pas à la signification de l'élément d'information qu'ils enrichissent dans le contexte qu'il occupe. Dans la figure 1, on voit que la méconnaissance du sens d'une unité lexicale conduit à effectuer une expansion erronée dans deux cas (*universel* et *vague*) pour une expansion correcte dans un seul cas (*commandant*). Or si le sens correct de l'unité lexicale ainsi enrichie par synonymie était connu, l'expansion serait correcte et des erreurs pourraient être évitées.

Nous avons tiré les mêmes conclusions pour les autres types d'enrichissements : racinisation,

Question proposée :

Qui est le général des Perses ?

Synonymes de général :

commandant (sens n°2)

universel (sens n°1)

vague (sens n°3)

Question enrichie par tous les synonymes :

Qui est le
 général
 commandant
 universel
 vague
 des Perses ?

Question enrichie par les synonymes propres au sens :

Qui est le
 général
 commandant
 des Perses ?

Figure 1. Expansion synonymique : intérêt de la sémantique.

utilisation de dérivés, etc. Chacune de ces méthodes d'expansion rencontre le problème de la bonne compréhension de la signification des éléments d'information de la question.

Or lorsque l'expansion de la requête apporte des enrichissements qui ne correspondent pas à la signification des éléments qui constituent cette requête, ces enrichissements erronés sont susceptibles d'amener des réponses incorrectes. Cependant, l'utilisation d'un système capable de déterminer le sens exact de chaque élément composant la question - c'est-à-dire un système de désambiguïsation sémantique - ne semble pas capable de résoudre le problème. En effet, ces systèmes peuvent déterminer le sens des unités lexicales dans un énoncé par l'analyse du contexte, notamment lexical et syntaxique. Le contexte des questions est généralement court, et de plus les questions utilisent le plus souvent une syntaxe qui leur est particulière. Comme les documents permettent le plus souvent de disposer d'un contexte plus large que les questions, et que leur syntaxe est généralement plus conforme aux possibilités des grammaires des analyseurs syntaxiques, nous avons jugé qu'ils étaient plus propices à l'analyse sémantique, et donc à l'expansion d'énoncés.

Nous avons par ailleurs noté que les procédures appliquées aux questions étaient lourdes et contraignantes. De plus, au plus le système est subtil et les résultats de qualité, au plus les traitements appliqués aux questions sont substantiels. Mais l'importance de ces traitements est inversement proportionnelle à l'utilisabilité du système. Cependant, si les traitements les plus lourds sont appliqués aux documents avant l'utilisation du système plutôt qu'à la question lors de l'interrogation, la réponse à cette question peut être presque instantanée. Pour ces raisons, nous avons choisi d'appliquer les traitements aux documents de la base textuelle, d'enrichir ces documents et de conserver un index tant des données ajoutées que des informations originelles.

3. Traitements appliqués aux documents

Notre méthodologie est centrée sur des techniques linguistiques et sur l'utilisation de ressources lexicales. Nous considérons que l'information présente dans les textes est exprimée par les mots

« significatifs », qui sont les éléments d'information, par les relations syntaxiques qui relient ces éléments entre eux, et par le sens que ces mots possèdent dans le contexte où ils apparaissent, qui correspond à la signification des éléments d'information. De ce fait, l'analyse des textes consiste en une identification des unités lexicales qui les composent, des relations syntaxiques qui y apparaissent et du sens des mots.

Pour l'analyse morphologique et l'extraction des liens syntaxiques entre les unités lexicales, nous utilisons des outils conçus au *Xerox Research Centre Europe* (XRCE) de Grenoble. L'analyseur morphologique s'appelle NTM (*Normalizer - Tokenizer - Morphological analyser*) (Aït-Mokhtar, 1998 ; Trouilleux, 2001). Cet analyseur met en concurrence plusieurs transducteurs qui contiennent le lexique de la langue, des règles de génération qui constituent le « devin » (*guesser*), des règles de flexion morphologique, etc. Il permet d'obtenir la segmentation du texte en unités lexicales et propose pour chacune toutes les analyses morphologiques possibles. Par ailleurs, toute information ajoutée au transducteur lexical peut se retrouver comme une étiquette supplémentaire dans les analyses proposées.

L'analyseur syntaxique mis en œuvre est XIP (*Xerox Incremental Parser*) (Roux, 1999 ; Aït-Mokhtar *et al.*, 2002 ; Hagège et Roux, 2002). Cet analyseur robuste crée des syntagmes minimaux (*chunks*) et extrait les dépendances syntaxiques qui existent entre la tête des différents syntagmes minimaux. Pour effectuer ces opérations, il exploite des règles grammaticales. Les règles exploitent le contexte : catégorie grammaticale des unités lexicales, nature des syntagmes minimaux (nominaux, verbaux, prépositionnels, etc.) ou autres traits. Les grammaires XIP sont très souples, et cette flexibilité permet d'ajouter de nouvelles règles, de nouveaux types de dépendances, de nouveaux traits portant soit sur des mots, soit sur des dépendances ou encore sur des syntagmes minimaux, selon les besoins. En particulier, il est possible d'affecter des traits sémantiques sur des unités lexicales et d'en confier la gestion à une grammaire spécifique.

Le désambiguïseur sémantique que nous utilisons est une évolution du système développé naguère à XRCE (Segond *et al.*, 2000 ; Brun *et al.*, 2001). Ce système exploitait les données extraites des exemples et des collocateurs du dictionnaire bilingue *Oxford Hachette French Dictionary* (Correard et Grundy, 1994) comme une information lexico-syntaxique de désambiguïsement. Le nouveau système de désambiguïsement sémantique (Jacquemin *et al.*, 2002 ; Jacquemin, 2003) fonctionne toujours sur base de règles de désambiguïsement obtenues à partir de l'information d'un dictionnaire, le *Dictionnaire des verbes et des mots français* (Dubois) (Dubois et Dubois-Charlier, 1997). Le système construit d'abord les règles de désambiguïsement sémantique, exploitant pour ce faire l'information lexicale et syntaxique contenue dans le dictionnaire (cf. exemple 2 page 637). Les règles de désambiguïsement sémantique sont créées selon le formalisme des grammaires XIP. Elles proviennent de schémas syntaxiques ou d'exemples qui sont attribués par sens aux entrées du dictionnaire.

La figure 2 présente une règle de désambiguïsement pour le sens n°2 « gagner » du verbe *remporter*. Cette règle permet de déterminer que dans un contexte où l'objet direct (VARG [DIR]) de *remporter* est *victoire*, le sens du verbe *remporter* est *gagner*, et pas *ramener ce que l'on avait apporté* (sens n°1).

Donc l'application de la désambiguïsement sémantique est effectuée par l'analyseur XIP et une grammaire composée des règles de désambiguïsement sémantique dès lors que les dépendances syntaxiques ont été extraites. L'application de ces règles de désambiguïsement assigne à chaque unité lexicale désambiguïsement un trait correspondant au numéro de sens qui lui est propre dans le contexte. De plus, les traits sémantiques (domaine d'application, classe sémantique) correspondant à ce sens dans le dictionnaire sont associés à cette unité lexicale.

Exemple extrait du Dubois :

On remporte la victoire sur ses adversaires (sens n°2 : « gagner »)

Une dépendance impliquant remporter :

VARG [DIR] (remporter, victoire)

Règle conditionnelle de désambiguïsation :

remporter : VARG[DIR] (remporter, victoire) ==>

sens « gagner »

Figure 2. Exemple d'extraction d'une règle de désambiguïsation sémantique.

Le résultat de l'analyse morpho-syntaxique et de la désambiguïsation sémantique sont stockés dans un index afin d'obtenir une structure informationnelle des textes traités. Chaque dépendance, chaque mot significatif, chaque trait est conservé dans l'index et permet d'aboutir aux fragments de textes où ils apparaissent dans la base documentaire.

4. Enrichissement de la structure informationnelle

En plus des traits sémantiques, c'est-à-dire le numéro de sens, la classe sémantique et le domaine d'application provenant du dictionnaire, qui ont été adjoints aux unités lexicales désambiguïsées dans la structure informationnelle, d'autres méthodes d'enrichissement ont été réalisées pour fournir autant d'actualisation que possible aux éléments d'information. Par cette méthode, les données présentes dans les questions pourront coïncider avec les mêmes données présentes sous une autre forme dans les documents.

La première méthode d'expansion des textes consiste à y introduire des synonymes qui proviennent d'un ou plusieurs dictionnaires de synonymes. Pour ce faire, nous utilisons les « parasyonymes » fournis par le *Dubois*, qui sont attachés au sens désigné par le désambiguïsateur sémantique. Mais ces parasyonymes ne sont pas assez nombreux : il y a au maximum deux synonymes par sens dans ce dictionnaire. Comme nous disposons d'autres dictionnaires, nous avons pu utiliser les synonymes qu'ils fournissaient pour enrichir les textes.

Ces dictionnaires sont d'une part un dictionnaire de synonymes (le *Dictionnaire des synonymes* de René Bailly (1947)), d'autre part des dictionnaires sémantiques (*Memodata* et *EuroWordNet* français). Le problème est que les synonymes ne sont pas distribués selon les sens du *Dubois* dans ces ressources, et que l'enrichissement ne peut donc se faire selon la signification des unités lexicales originelles déterminée par la désambiguïsation sémantique. Pour pouvoir conserver un enrichissement sémantique, seuls les synonymes qui possèdent les mêmes traits sémantiques dans le *Dubois* que le mot désambiguïsé peuvent être utilisés pour enrichir ce mot. Les autres synonymes proposés sont considérés comme des synonymes pour un autre sens.

La méthode d'enrichissement consiste simplement à mettre en disjonction, dans la structure de l'information que l'on est en train de construire, l'unité lexicale originelle et le ou les synonymes qui lui correspondent dans l'énoncé. La figure 3 permet de comprendre le fonctionnement de cet enrichissement. La désambiguïsation sémantique a déterminé que le sens de *chef* dans l'énoncé est « autorité » (n°1). Les synonymes proposés pour ce sens (en gras) viennent simplement se glisser en disjonction dans les dépendance où le mot originel apparaît.

L'autre manière d'enrichir les documents consiste à utiliser des formes dérivées des unités lexi-

Énoncé à enrichir :

César fixe à Alésia le **chef** des coalisés

Synonymes proposés :

commandant (sens 1 : autorité)

dirigeant (sens 1 : autorité)

cuisinier (sens 2 : responsable de cuisine)

maître queux (sens 2 : responsable de cuisine)

Dépendances impliquant chef (sens 1, structure non enrichie) :

VARG[DIR] (fixe, chef)

NMOD[INDIR] (chef, de, coalisés)

Dépendances impliquant chef (sens 1, structure enrichie) :

$$\begin{array}{l} \text{VARG[DIR]} \left(\begin{array}{c} \text{chef} \\ \text{OU} \\ \text{fixe, } \mathbf{\text{commandant}} \\ \text{OU} \\ \mathbf{\text{dirigeant}} \end{array} \right) \\ \text{NMOD[INDIR]} \left(\begin{array}{c} \text{chef} \\ \text{OU} \\ \mathbf{\text{commandant}}, \text{ des, coalisés} \\ \text{OU} \\ \mathbf{\text{dirigeant}} \end{array} \right) \end{array}$$

Figure 3. Enrichissement synonymique.

cales qui composent les énoncés, considérant que la forme dérivée a un sens proche de la forme originelle. Le *Dubois* possède un champ informationnel qui indique quels sont les dérivés d'une unité lexicale dans chacun de ses sens. Par exemple, le dérivé *tracteur* provient du mot *tirer*. Mais si *tracteur* dérive bien de *tirer* sous son sens « remorquer », il n'en va pas de même sous son sens « faire partir une arme à feu ».

Dans la plupart des cas, le dérivé appartient à une catégorie grammaticale différente de celle du mot originel. De ce fait, les relations syntaxiques que le mot originel entretient avec son environnement ne peuvent rester inchangées lors de la dérivation.

En examinant chaque type de dérivation suffixale, nous avons construit une table de correspondance indiquant le schéma syntaxique correspondant à chaque contexte originel. Ce tableau de correspondance permet de transformer un fragment de texte par dérivation d'une unité lexicale sans en modifier notablement le sens. Par exemple, l'énoncé *l'arrivée du train* peut être transformé par un dérivé *arriver* grâce au schéma syntaxique correspondant (NMOD[INDIR] (arrivée, de, train) ==> SUBJ(arriver, train)). L'énoncé qui en découle *le train arrive* a pratiquement la même signification que celui dont il découle.

5. Interroger la structure informationnelle

Même si la base documentaire a été analysée et qu'une expansion l'a considérablement enrichie, la phase d'analyse de la requête seule permet d'identifier les données proches de la réponse à la

question. Le traitement de la requête est donc de première importance. Ce traitement est similaire à celui des documents, mais il est limité à l'analyse linguistique, et encore cette dernière ne comprend-elle pas la désambiguïsation sémantique. La procédure d'expansion n'est pas nécessaire car la structure informationnelle a déjà été enrichie, et de plus elle ne peut être mise en œuvre par manque de contexte permettant l'application de la désambiguïsation sémantique.

L'analyse linguistique de la question amène à la construction d'une structure informationnelle locale, similaire à celle des documents, mais évidemment plus rudimentaire. La grammaire employée pour la question a été modifiée de telle manière que les caractéristiques spécifiques à l'interrogation n'apparaissent pas dans l'analyse, et donc pas non plus dans la structure locale. Si l'interrogation porte sur un mot explicite de la question, ce mot (appelé *focus*) disparaît de la structure locale, mais ses caractéristiques sémantiques sont maintenues sous forme de traits, et son requises dans la réponse. Dans les autres cas, les traits sémantiques du *focus* dépendent de l'interrogatif.

Une fois la structure locale élaborée, la réponse peut être trouvée dans la structure informationnelle documentaire par simple comparaison avec cette structure locale. Le système peut être interrogé à différents niveaux (texte, paragraphe, phrase), mais dans le cas d'une application de question-réponse, seul le niveau de la phrase est pertinent. Une réponse congrue est une phrase qui contient les informations contenues dans la structure locale, ainsi que l'élément non identifié qui correspond aux traits sémantiques du *focus*.

Question proposée :

De quel chef Domitien fut-il le successeur ?

Structure de la question (dépendances) :

NMOD[SPRED](Domitien,successeur)

NMOD[INDIR](successeur,de,chef)

Réponse attendue :

(...) Domitien succéda à l'empereur Titus (...)

Structure enrichie du texte :

SUBJ(succéda *OU remplacer*,Domitien)

VARG[INDIR](succéda,à,empereur)

VARG[DIR](*remplacer*,empereur *OU chef*)

NN(empereur *OU chef OU souverain*,Titus)

NMOD[INDIR](successeur,de,empereur *OU chef*)

NMOD(Domitien,successeur)

Figure 4. Interrogation d'un texte enrichi.

La figure 4 montre comment l'expansion du texte permet de mettre en correspondance une question avec la réponse dans laquelle la plupart des termes de la requête ne sont pas représentés. Les dépendances et leurs arguments forment la structure informationnelle. Les parties en gras montrent les éléments qui se répondent dans la structure de la question et dans celle du texte. Les éléments en italiques sont issus de l'enrichissement, soit synonymique, soit dérivationnel.

6. Évaluation

Étant donné qu'il n'existe aucune évaluation standard de la tâche de question-réponse pour le français, nous nous sommes inspiré du modèle de TREC-8 (Voorhees, 1999). Pour notre évaluation, huit personnes non spécialistes ont lu 50 articles de l'*Encyclopédie Hachette Multimédia 2000* et on proposé 25 questions chacun sur leur lecture. Les 200 questions sont en français correct, sans erreur orthographique ni syntaxique. Chaque question possède au moins une réponse dans les articles. Nous avons établi un « plancher » (*baseline*) en effectuant une interrogation de la base documentaire en utilisant uniquement le vocabulaire (lemmatisé) présent dans les documents, sans autre traitement. Nous établissons un second point de comparaison en enrichissant les documents avec tous les synonymes sans aucune utilisation de l'analyse linguistique, et sans filtrage par la désambiguïsation sémantique (*synonymes sans sémantique*).

Nous comparons les résultats avec l'enrichissement sémantique synonymique (*synonymes avec sémantique*), puis avec tous les enrichissements (*tous les enrichissements*). Seules les cinq premières réponses sont prises en compte. Une score est alloué à chaque question. Ce score est de 1 si la première réponse est correcte, de 1/2 si la première réponse est incorrecte et la deuxième est correcte, de 1/3 si les deux premières réponses sont fausses et que la troisième est correcte, etc. Si aucune bonne réponse n'apparaît parmi les cinq premières, le score est de 0. Les scores indiqués dans le tableau d'évaluation sont une moyenne pour les 200 questions proposées.

Enrichissement	Score	Pas de réponse
Plancher	0.295	139
Synonymes (sans sémantique)	0.303	137
Synonymes (avec sémantique)	0.487	100
Tous les enrichissements	0.504	97

Cette évaluation montre la réelle amélioration de l'utilisation d'une discrimination sémantique pour l'expansion d'énoncés appliquée à la tâche de question-réponse. Ces enrichissements permettent d'éliminer de fausses propositions de réponses et d'obtenir plus rapidement la réponse juste à une question posée.

Malgré ces résultats prometteurs, de nombreuses améliorations peuvent encore être effectuées pour améliorer les performances du système. Notamment, le manque de synonymes est encore flagrant lorsqu'on étudie les questions et les (manques de) réponses en profondeur. Par exemple, *bru* et *belle-fille* ne sont jamais mis en relation. D'autres relations sémantiques devraient également être intégrées pour permettre de faire le lien entre des informations proches, mais pas synonymes : l'hypéronymie permettrait ainsi de mettre en relation *fonction* et *consul*, le premier recouvrant le second. Il y a encore la nécessité de marquer l'équivalence entre certaines expressions, comme *X est fatal à Y* qui équivaut à *Y meurt de X*.

Par ailleurs, l'exigence d'une correspondance stricte et exacte entre la structure de la question et celle des documents élimine de fait des réponses légèrement différentes de la structure exigée. Une méthode de dégradation de la correspondance des structures, avec pondération des réponses candidates, serait sans doute la bienvenue.

7. Conclusion

Dans cet article, nous avons montré l'intérêt du prétraitement des documents contenus dans une base documentaire destinée à être interrogée selon les modalités de la tâche de question-réponse. Le fait de soumettre le texte à des traitements plutôt que la question est justifié par le contexte

généralement plus large dans les énoncés des documents, rendant de ce fait possible l'usage d'un système de désambiguïsation sémantique pour identifier le sens correct de chaque élément d'information dans le contexte dans lequel il apparaît. De ce fait, les différents enrichissements apportés pour réaliser une expansion de texte sont plus précis et les réponses apportées sont plus souvent correctes.

Nous présentons également un système de question-réponse fondé sur la construction d'une structure informationnelle d'une base documentaire. Cette structure provient de l'analyse linguistique (morphologique, syntaxique et sémantique) des documents, et de l'expansion des énoncés par enrichissement synonymique et dérivationnel. L'évaluation confirme l'intérêt de l'enrichissement sémantique, qui est rendu possible seulement par le traitement des textes plutôt que celui des questions.

Références

- Aït-Mokhtar S. (1998). *L'analyse présyntaxique en une seule étape*. Thèse de doctorat, Université Clermont 2 Blaise Pascal.
- Aït-Mokhtar S., Chanod J.-P. et Roux Cl. (2002). Robustness beyond shallowness : incremental deep parsing. *Natural Language Engineering*, vol. (8/2-3) : 121-144.
- Bailly R. (1947), *Dictionnaire des synonymes de la langue française*. Larousse.
- Brun C., Jacquemin B. et Segond Fr. (2001). Exploitation de dictionnaires électroniques pour la désambiguïsation sémantique lexicale. *Traitement Automatique des Langues*, vol. (42/3) : 667-690.
- Corréard M.-H. et Grundy V. (Éds) (1994). *The Oxford-Hachette French Dictionary*. Oxford University Press.
- Dubois J. et Dubois-Charlier Fr. (1997). *Dictionnaire des verbes français*. Larousse. Ce dictionnaire n'existe au départ qu'en version électronique. Il dispose de son complément naturel *Dictionnaire des mots*. Ces deux ressources sont disponibles à ELDA.
- Ferret O., Grau Br., Hurault-Plantet M., Illouz G. et Jacquemin Ch. (2002). Quand la réponse se trouve dans un grand corpus. *Revue d'Ingénierie des Systèmes d'Information*, vol. (7/1-2) : 95-123.
- Hagège C. et Roux Cl. (2002). A Robust and Flexible Platform for Dependency Extraction. In *Proceedings of LREC 2002* : 520-523.
- Harabagiu S., Moldovan D., Pscu M., Mihalcea R., Surdeanu M., Bunescu R., Gîrju R., Rus V. et Morarescu P. (2002). *Falcon : Boosting Knowledge for Answer Engines*.
- Hull D.A. (1999). Xerox TREC-8 Question Answering Track Report. In Voorhees E.M. et Harman D. (Éds), *Proceedings of The Eighth Text Retrieval Conference (TREC-8)* : 743-752.
- Jacquemin B. (2003). *Construction et interrogation de la structure informationnelle d'une base documentaire en français*. Thèse de doctorat, Université Paris III Sorbonne Nouvelle.
- Jacquemin B., Brun C. et Roux Cl. (2002). Enriching a text by semantic disambiguation for information extraction. In de Loupy Cl. (Éd.), *LREC 2002 Workshop Proceedings. Using Semantics for Information Retrieval and Filtering*.
- Roux Cl. (1999). Phrase-driven parser. In *Proceedings of VEXTAL'99* : 235-240.
- Segond F., Aimelet E., Lux V. et Jean C. (2000). Dictionary-driven Semantic Look-up. In *Computer and the Humanities. Special Issue on SENSEVAL*, vol. (34/1-2) : 193-197.
- Trouilleux Fr. (2001). *Identification des reprises et interprétation automatique des expressions pronominales dans des textes en français*. Thèse de doctorat, Université Clermont 2 Blaise Pascal.
- Voorhees E.M. (1999). The TREC-8 Question Answering Track Report. In Voorhees E.M. et Harman D. (Éds), *Proceeding of the Eighth Text REtrieval Conference (TREC-8)* : 77-82.
- Voorhees E.M. et Harman D. (Éds) (1999). *Proceeding of the Eighth Text REtrieval Conference (TREC-8)*.