
Projet DIALOGUE

Dialogue homme-machine à forte composante langagière

Localisation : *Nancy*¹

Mots-clés : dialogue homme-machine, terminologie, interfaces, référence, corpus, geste.

1 Composition de l'équipe

Responsable scientifique

Jean-Marie Pierrel, Professeur, université Henri Poincaré Nancy 1

Responsable permanent

Noëlle Carbonell, Professeur, université Henri Poincaré Nancy 1

Secrétariat

Chantal Cridlig, Assistante Ingénieur, université Henri Poincaré Nancy 1

Personnel CNRS

Bertrand Gaiffe, Chargé de Recherche

Yves Laprie, Chargé de Recherche

Anne Reboul, Habilitée, Chargée de Recherche, 34^{ème} section

Laurent Romary, Chargé de Recherche

Gilles Souvay, Ingénieur expert, jusqu'en juillet 96

Personnel INRIA

Yannick Toussaint, Chargé de Recherche

Eric Vannesson, Ingénieur Expert, jusque mai 96

Patrice Bonhomme, Ingénieur Expert

Personnel des Universités

Daniel Coulon, Professeur à l'INPL

Samuel Cruz-Lara, Maître de Conférences à Nancy 2

Christine Fay-Varnier, Maître de Conférences à l'ENSG

Denis Finck, Maître de Conférences à Saint Dié (IUT)

Joseph di Martino, Maître de Conférences à l'université Henri Poincaré Nancy 1

Azim Roussanaly, Maître de Conférences à l'université de Nancy 2

Nadia Bellalem, ATER

¹Projet commun à l'INRIA et au CRIN, URA 262 du CNRS et des universités Henri Poincaré Nancy 1, Nancy 2 et INPL.

Chercheur Doctorants

Jean-Manuel Alvarenga, doctorant
Emmanuel Bouyer, doctorant
Laurent Buniet, doctorant
Florence Bruneseau, doctorante à Nancy 2
Nicolas Capponi, doctorant
Laurent Chapelier, doctorant, jusque septembre 96
Jean-Christophe Dubois, doctorant
Jean-Luc Husson, doctorant
Olivier Grisvard, doctorant
Evelyne Jacquy, doctorante à Nancy 2
Patrice Lopez, doctorant
Bruno Mathieu, doctorant
François-Arnould Mathieu, doctorant
Vincent Pagel, doctorant, ingénieur à TCTS, Mons depuis février 1996
Daniel Schang, doctorant
Sandrine Robbe, doctorante
Nathalie Valceschini, doctorante à Nancy 2
Frédéric Wolff, doctorant
Hervé Frezza, scientifique du contingent, jusque septembre 96

Collaborateurs extérieurs

Evelyne Bourion, Ingénieur d'études à l'INaF
Jean Royauté, Ingénieur d'études à l'INIST

2 Présentation du projet

L'objectif de l'équipe Dialogue est la mise en œuvre de systèmes de dialogue à forte composante langagière. Cet objectif nécessite donc l'étude de l'usage de la langue en situation, ce qui pose en particulier le problème de l'interaction entre langue et geste, et celui de l'interaction entre structures langagières et représentation d'une application finalisant le dialogue. Nous voyons donc poindre deux perceptions complémentaires de la langue : la langue comme moyen d'interaction et la langue comme moyen d'information. Nos activités se structurent donc suivant ces deux grands axes, mais il nous semble important de préciser que ces deux perceptions de la langue et les travaux que nous y associons sont complémentaires.

La perception de la langue comme moyen d'interaction nous amène à considérer des applications interactives – informatiques ou autres –, engendrant des situations de dialogue, dans lesquelles un usager souhaite converser avec un système par le biais de la langue. Que cette interaction soit purement langagière ou associée avec d'autres médias tels que le geste, la réalisation d'une telle application suppose une **analyse des énoncés** en rapport avec une certaine capacité ou complexité expressive du langage d'un utilisateur dans une telle situation. De façon imagée, l'**interprétation de cet énoncé** sera l'immersion de cette analyse dans le contexte de l'application qu'on est ainsi amené à représenter.

La perception de la langue comme support de l'information apporte au point précédent, d'une part, la capacité de réaliser cette chaîne d'analyse des énoncés par des travaux sur la reconnaissance de la parole et la prise en compte de la prosodie et, d'autre part, la possibilité d'articuler les niveaux linguistique et conceptuel dans des univers techniques et applicatifs.

Points marquants de l'année

Au cours de l'année 1996, outre nos activités scientifiques dont on trouvera une présentation détaillée ci-après, il convient sans aucun doute de noter comme faits marquants :

- concrétisation de notre collaboration avec Alcatel, dans le cadre du partenariat stratégique Alcatel/INRIA, par notre intégration au projet Eurêka Master et la mise en place d'un stage post-doctoral industriel pour Nadia Bellalem ;
- reconnaissance de la qualité scientifique de nos recherches sur la langue par la section « langues, représentation, communication » du Comité National de la Recherche Scientifique ;
- renforcement de notre rôle dans les réflexions et actions menées en France et Francophonie sur la gestion de ressources linguistiques sur le Français (projet SILFIDE : Serveur Interactif sur la Langue Française, son Identité, sa Diffusion et son Etude) ;
- Diffusion nationale et internationale de logiciels issus du projet tels Snorri et XCorpus.

3 Action de recherche

3.1 La langue comme moyen d'interaction

Dans la perspective d'une communication langagière, nous menons des études sur les liens entre la langue et l'environnement dans lequel se déroule le dialogue. Cette action nécessite en particulier des recherches pluridisciplinaires importantes en pragmatique, aux confins de l'informatique et de la linguistique, qui bénéficient fortement de la présence au sein de l'équipe d'une linguiste, spécialiste de ce domaine.

La langue mise dans la perspective de l'interaction n'a de sens que vis à vis d'êtres humains utilisateurs du système. L'usage effectif que font ces utilisateurs des systèmes réalisés ou projetés motive nos actions de recherche liées à l'ergonomie du dialogue à forte composante langagière. En particulier, dans la mesure où on ne sait pas encore traiter complètement la langue naturelle et où on est amené à définir des systèmes utilisant un sous-ensemble restreint de la langue, l'étude de leur adéquation à des utilisateurs, dans un contexte donné, est en effet cruciale.

Ces recherches, de par leurs objectifs finalisés, nous conduisent à aborder trois aspects complémentaires :

- le traitement de la référence, fondamental pour l'interprétation de dialogues finalisés,
- les mécanismes de dialogue indispensables pour apporter une aide véritable aux usagers,
- les architectures informatiques à mettre en œuvre pour l'implantation de tels systèmes de dialogue.

3.1.1 Référence et dialogue

Participants : Nadia Bellalem, Emmanuel Bouyer, Florence Bruneseaux, Noëlle Carbonell, Bertrand Gaiffé, Patrice Lopez, Jean-Marie Pierrel, Anne Reboul, Sandrine Robbe, Laurent Romary, Daniel Schang

Aspects linguistiques

Les recherches, menées principalement autour d'Anne Reboul, constituent tout à la fois le prolongement de travaux précédents sur le cadre pragmatique dans lequel il faut aborder le discours et la référence et une approche nouvelle du problème de la référence. Les travaux réalisés en 95-96 portent sur:

1. la critique radicale de la théorie des actes de langage et la proposition d'hypothèses différentes sur lesquelles fonder une pragmatique du discours et de la référence [75]

2. La poursuite de la description d'une approche pragmatique du discours, approche conçue comme une alternative à l'analyse du discours traditionnelle [74]
3. La critique des approches idéalistes de la référence [109], [75], [76] et [110]
4. Des propositions pour une approche réaliste de la référence dans le cadre d'un projet GIS Sciences de la cognition [109], [75], [110]

Ces travaux sont directement liés à la modélisation informatique et à la référence aux objets (cf. alinéas suivants), ainsi qu'aux activités décrites aux § 5.1.2 et 5.2.2. L'idée générale, en effet, est de travailler dans deux directions complémentaires, l'une à visée plus théorique, l'autre à visée pratique à relativement court terme. La première consiste à fonder une approche pragmatique nouvelle, qui ne réduit plus la pragmatique à la détermination des actes de langage et qui repose sur des hypothèses radicalement différentes de celles de la théorie des actes de langage, dont on peut montrer qu'elles conduisent à des difficultés majeures. A partir de ces hypothèses alternatives, dont la principale est que la pragmatique a un rôle à jouer dans l'interprétation littérale des énoncés, au niveau de l'attribution des référents notamment, la collaboration avec un collègue suisse, Jacques Moeschler, permet de développer une approche du discours tout à la fois réductionniste, en ce qu'elle réduit le discours à la succession des énoncés et de leur interprétation, et contextualiste, en ce que les énoncés sont interprétés par rapport à un contexte, à la construction duquel ils contribuent. Le but est de favoriser l'interaction entre les informations tirées de l'interprétation des énoncés qui constituent le discours, pour en arriver à l'interprétation du discours lui-même. Dans cette optique, l'interprétation du discours ne se réduit pas à l'accumulation d'informations, mais correspond plutôt à leur organisation progressive. L'approche de la référence repose sur une critique des théories idéalistes de la référence qui la réduisent à la simple coréférence sans identification d'objets. Dans un esprit proche de celui qui vaut pour la théorie pragmatique du discours évoquée plus haut, la proposition consiste à traiter la référence en favorisant une représentation mentale de l'objet qui sert d'intermédiaire entre la langue et la réalité. Cette approche de la référence fait l'objet d'un projet GIS Sciences de la Cognition, le projet CERVICAL, en collaboration avec des chercheurs du LIMSI. Pour plus de détails, on se reportera au § 5.1.2

Modélisation informatique

Les travaux de cette action de recherche visent à fournir à des utilisateurs des moyens langagiers de commande d'applications. Dans cette perspective, les deux points essentiels à résoudre sont (en fonction bien sûr des interventions de l'utilisateur) :

- la référence aux actions qui répond à la question : « quelle commande réaliser ? »
- la référence aux objets qui répond à la question : « sur quels objets ? »

Ces deux questions se combinent avec un découpage du problème opéré par la nature des informations traitées ; ainsi, les systèmes que nous développons mettent en général l'utilisateur en présence d'une représentation graphique des objets manipulés. Les deux points précédents de référence aux objets et aux actions se croisent donc avec des recherches spécifiques quant à :

- l'accès via le langage à l'espace, aussi bien en termes de référence aux objets (ex. « la fenêtre de gauche ») qu'en termes d'actions (ex. « déplace vers la gauche la fenêtre rouge »)
- la co-référence entre expressions langagières et gestes : puisque l'utilisateur est devant une représentation des objets, l'usage de gestes liés à des expressions langagières facilite l'expression de références (ex. « cette fenêtre » + geste) et d'actions (ex. « mets la fenêtre rouge ici » + geste).

Référence aux objets

Le travail sur le modèle de référence aux objets s'est poursuivi cette année suivant trois axes :

- le problème des référents évolutifs, c'est-à-dire les cas où un référent, repris dans la suite du dialogue, est tellement transformé qu'il ne mérite plus son appellation de départ. Ce point pose évidemment des questions sur les processus de résolution de l'anaphore, et en particulier des pronoms, et le problème des référents évolutifs est un risque que nous courons dans les systèmes de dialogue de commande dont l'objectif est précisément de modifier des objets.
- les liens entre notre modèle de résolution de la référence et les modèles formels tels que la SDRT² de Nicholas Asher, en particulier en ce qui concerne le point précédent.
- l'intégration entre les différents modes de référence utilisables par un utilisateur de système de dialogue, en particulier, le lien entre une nécessaire structure spatiale préalable et la structure imposée par la méthode de résolution de l'expression référentielle.

Référence à l'espace

Nous avons projeté sur l'analyse des expressions spatiales notre approche différentielle de la référence aux objets, ce qui a mené à la notion de cadre. Cette notion permet de localiser le raisonnement spatial à l'ensemble des objets pertinents à un point donné du dialogue et également à une partie seulement des orientations et dimensions. Ainsi, sur un exemple tel que : *mets le fauteuil de gauche face à la cheminée*, le cadre initial du déplacement ne contient qu'une partie des fauteuils à l'intérieur de laquelle il est possible d'opérer un contraste horizontal gauche/droite, le cadre final du mouvement (exprimé par « face à la cheminée ») est exprimé en termes de perspective du point de vue de l'utilisateur du fauteuil. L'évolution ultérieure du dialogue se greffera ensuite sur l'un au moins de ces cadres à l'aide d'une opération telle que : « conserver, élargir, rétrécir ou fermer ». Par ailleurs, une étude a été menée pour articuler ces travaux sur l'espace et les résultats obtenus par Nadia Bellalem sur la co-référence entre langue et gestes [82].

Coréférence langue et gestes

Dans la perspective de gérer des dialogues multimodaux, les études menées par le projet portent sur deux aspects complémentaires :

- d'une part l'étude des moyens d'expression théoriquement possibles,
- d'autre part l'étude des moyens d'expression effectivement utilisés en situation de dialogue.

Analyse de la structure des gestes et de leur interaction avec la référence

Nous avons travaillé sur les liens entre geste de désignation et langue naturelle. Ce travail pour être mené à bien a supposé une analyse structurelle fine du geste lui-même, fondée en particulier, sur la notion de singularité. La seconde étape de ce travail a permis de définir un modèle du processus d'interprétation du geste qui intègre les contraintes liées aux expressions linguistiques utilisées (déictiques purs « *ici* », pronoms démonstratifs « *celui-ci*, *celui-là* », groupes nominaux démonstratifs « *ce fauteuil* »), des contraintes liées à la tâche (cf. *supra* la notion de cadre) et les contraintes perceptives correspondant à la façon dont l'utilisateur perçoit l'environnement graphique sur lequel il agit [81, 102].

²Segmented Discourse Representation Theory

Analyse de l'usage effectif des modalités

Notre objectif est de mettre en évidence et de modéliser les stratégies d'utilisation de la parole et du geste, observées dans différentes situations d'Interaction Homme-Machine (IHM). Ces connaissances sont nécessaires pour définir des interfaces multimodales qui tiennent compte des capacités actuelles des algorithmes de traitement de la parole et du geste, en imposant à l'utilisateur un ensemble minimum de contraintes d'expression faciles à respecter. Pour l'instant, nous nous limitons aux situations où le système se borne à exécuter les commandes de l'utilisateur.

Nous avons terminé cette année l'analyse des données empiriques issues d'une première étude qui portait sur l'utilisation spontanée de la parole et du geste pour réaliser des tâches de conception simples à l'aide d'un logiciel graphique [72, 70, 369]. Actuellement, nous comparons les résultats de la première étude, qui nous sert de référence, avec ceux d'une seconde étude empirique où l'expression des sujets était contrainte ; c'est le seul point sur lequel les protocoles des deux expériences diffèrent. La seconde étude a été réalisée, comme la première, en collaboration avec le Département d'ergonomie cognitive de l'IMASSA-CERMA. Les résultats des comparaisons montrent qu'il est possible de définir des contraintes d'expression orale et gestuelle que les utilisateurs appliquent facilement et qui ne nuisent ni à leur confort ni à leur efficacité. Nous proposons une méthode pour définir de telles contraintes. Pour tester la robustesse de ces conclusions par rapport à la nature de l'application, nous avons prévu d'appliquer la même démarche empirique à d'autres situations d'IHM. Ainsi, nous réaliserons prochainement deux études empiriques analogues à celles que nous avons effectuées, mais dans le contexte d'activités de contrôle de processus, afin d'étudier l'influence des contraintes de temps sur les formes d'expression et l'usage des modalités. Le sujet de thèse de Sandrine Robbe s'inscrit dans cette recherche qui bénéficie du soutien de la DRET (Contrat 95-125, resp. N. Carbonell).

Référence aux actions et aux transformations

Dans une première étape, nous avons prouvé que dans le cadre de dialogues de commande, raisonner en termes d'état à atteindre, plutôt qu'en termes d'action(s) de l'application à appeler, conduisait à une modélisation plus simple du langage. En particulier, cela permet de tenir compte de la régularité des groupes nominaux dans les cas de création d'objets. Ainsi, là où dans un système de dialogue « classique », on est amené soit à rejeter un énoncé tel que « crée une fenêtre rouge » (parce qu'on ne dispose pas de la fonction de l'application qui combine les deux actions de création et de changement de couleur), soit à en tenir compte au prix de l'écriture de toutes les « macros fonctions » correspondantes, une démarche fondée sur l'état à atteindre se contente de décrire l'état à obtenir, à charge pour un mini-planificateur d'obtenir cet état. Suite à ces travaux, Florence Bruneseaux débute une thèse de linguistique sur l'étude des prédicats transformateurs dans le dialogue de commande. Cette étude s'appuie sur le corpus obtenu par Azim Roussanaly, Christine Fay et Laurent Chapelier pour leur étude du dialogue d'assistance (cf. § 3.1.2).

Lexique et référence

A l'heure actuelle, le développement d'un nouveau système de dialogue suppose en particulier la description du lexique lié à l'application visée. Ce travail est actuellement entièrement refait pour chaque nouvelle application. Nous travaillons donc sur :

- la modélisation du lexique, en termes de structure, qui réponde au mieux à notre approche de la référence aux objets et aux actions. En l'occurrence, un lexique structuré par les domaines de référence pour un type d'objet donné, et non transitif sur cette relation.
- la projection des contraintes d'une application donnée (décrites par ailleurs) sur un lexique plus général (conservé et enrichi d'application en application) pour obtenir le lexique dédié à cette application.

3.1.2 Assistance à l'utilisateur et dialogue

Participants : Noëlle Carbonell, Laurent Chapelier, Christine Fay, Azim Roussanaly

Modélisation de l'assistance dans un logiciel graphique

Avec le développement des autoroutes de l'information et l'apparition de nouvelles applications sur les réseaux, l'importance de l'ordinateur individuel est appelée à égaler celle du téléphone dans les années à venir. Il est évident que cette évolution doit s'accompagner d'un énorme effort quant à l'accessibilité des applications par un large public et qu'en conséquence l'amélioration des interfaces apparaît comme un enjeu majeur.

Si le choix de l'intégration du langage oral spontané contribue dans une large mesure à ce progrès, grâce à son caractère naturel et convivial, il apparaît que, dans le cadre d'applications atteignant une certaine complexité, le rôle de l'interface n'est plus simplement celui d'un interpréteur de commandes mais celui d'un véritable guide qui assiste un utilisateur dans la réalisation d'une tâche.

C'est dans cette optique que nous menons nos recherches sur les dialogues d'assistance, caractérisés par une interface ayant des connaissances sur son propre fonctionnement et sur l'application qu'elle héberge.

Ces dernières années, des actions de recherche ont été menées dans ce sens avec une mise en place d'une expérimentation de type Magicien d'Oz et une étude empirique sur la base d'un corpus ayant abouti à une modélisation des phénomènes d'assistance dans les dialogues homme-machine.

Cette année particulièrement, dans le cadre du travail de thèse de Laurent Chapelier [67], ces actions se sont poursuivies par :

- l'exploitation de ce modèle dans une perspective d'automatisation,
- l'élaboration d'une maquette de validation.

Modélisation de l'assistance pour l'usage de logiciels grand public

Dans le cadre du projet pluridisciplinaire «Dialogue et coopération» soutenu par le PRC Sciences Cognitives (d'octobre 1994 à juin 1996), nous avons réalisé, en collaboration avec des psychologues, des psycholinguistes et des ergonomes, une étude expérimentale du dialogue d'assistance à l'utilisation de logiciels destinés au grand public. Nous avons acquis et formalisé les stratégies d'aide développées par les experts à l'intention d'utilisateurs novices. La formalisation utilise une logique modale définie sur la logique du premier ordre [104].

3.1.3 Architecture de systèmes de dialogue

Participants : Laurent Chapelier, Christine Fay, Bertrand Gaiffe, Arnould Mathieu, Jean-Marie Pierrel, Azim Roussanaly

Architecture multi-agents

Dans cette étude, nous nous plaçons dans un cadre plus large d'interfaces multimodales intelligentes (intégrant une composante orale), c'est-à-dire une interface capable de raisonner sur son propre fonctionnement.

La mise en œuvre d'un tel système résulte de la mise en commun d'une multitude de composantes. Cette opération rencontre un certain nombre de difficultés dont :

- le choix des composantes les plus efficaces,
- la définition des interactions entre les composantes,
- le contrôle de l'ensemble,

- le degré d'incrémentabilité du système.

Pour aborder ces problèmes, nous avons engagé, en collaboration avec Vincent Chevrier et Rémi Foisel du projet RFIA/SYCO, une réflexion qui vise à évaluer l'adéquation entre les apports des systèmes multi-agents et les besoins spécifiques de la conception d'une interface intelligente.

Contraintes pragmatiques pour l'interprétation de dialogues finalisés

En parallèle avec l'évolution de Diapason décrit au paragraphe 4.2, François-Arnould Mathieu poursuit sa thèse sur la prise en compte de contraintes pragmatiques pour l'interprétation d'énoncés dans le dialogue de commande. Le but est d'étudier et de développer un système de dialogue dans lequel :

- la combinatoire des énoncés possibles ne soit pas réduite que par la syntaxe et par la sémantique comme c'est le cas dans les systèmes actuels,
- pour autant, l'interprétation ne repose pas uniquement sur la représentation des objets dans l'application.

Ces deux points *a priori* antagonistes sont réconciliés par l'utilisation d'un modèle « langagier » de l'application qui est une instanciation des classes décrites par le lexique. De cette façon, les énoncés de l'utilisateur sont représentés comme des buts sur ce modèle langagier.

En terme d'architecture logicielle, le système s'organise autour de deux gros modules, consacrés respectivement à la référence aux objets et à la référence aux actions. Une hypothèse, à un instant donné, se trouve alors projetée sur chacune de ces composantes et la stratégie d'analyse vise à maintenir à un taux d'activité maximum le système de reconnaissance de parole [111, 112, 113].

3.1.4 Représentation et codage de corpus de dialogue

Participants : Florence Bruneseaux, Laurent Romary

L'étude linguistique, informatique, ou ergonomique des interactions homme-homme ou homme-machine passe souvent par le recueil de données réelles ou résultant d'expériences de simulation (dite de Magicien d'Oz). De fait, l'absence de normalisation des pratiques tant au niveau de la transcription de ces données que des formats visés a empêché toute réutilisabilité des résultats obtenus depuis de nombreuses années. Partant de ce constat, et en complément des réflexions menées au sein du projet Silfide (cf. infra), nous avons menés cette année un travail de réflexion sur l'utilisation possible de la TEI (Text Encoding Initiative) pour la représentation de dialogue oraux ou même multimodaux. Ceci a conduit d'une part à la production d'un ensemble de directives élémentaires proposées dans le cadre de l'initiative de normalisation Eagles (ces recommandations, feront partie des CES, Corpus Encoding Standards)[103] et d'autre part à la validation de celles-ci dans le cadre d'une rétroconversion de différents corpus existant dans l'équipe ou au sein de la communauté francophone.

3.2 La langue comme support d'information

Dans la perspective de l'utilisation de systèmes de dialogue, en particulier multi-modaux, l'usage effectif de la langue repose essentiellement sur l'oral. L'équipe Dialogue mène sur ce point trois actions de recherche portant respectivement sur les liens entre modèles articulatoires et phonétiques, sur la prosodie et sur les méthodes de reconnaissance de parole. Ces trois points relèvent de la langue comme support d'information dans la mesure où ces recherches restent indépendantes d'une situation de dialogue particulière.

Par ailleurs, le domaine de la documentation technique produit des masses de documents en langue. Même s'il nous semble clair que la consultation de ces documents supposerait des systèmes de dialogue adaptés, une première étape vise à extraire l'information de ces documents, et en particulier leur terminologie.

Enfin, dans une double perspective d'étude de la langue à des fins de dialogue et d'extraction d'information, nous menons une action de recherche centrée sur la mise en forme de corpus de textes et/ou de transcriptions de dialogues. Les actions de recherche qui suivent peuvent se voir à la fois comme relevant de l'étude de la langue comme support d'information, mais aussi dans la perspective de fournir des modèles et des outils visant à l'utilisation de la langue pour le dialogue.

3.2.1 Etude de la parole

Participants : Laurent Buniet, Noëlle Carbonell, Jean-Luc Husson, Yves Laprie, Joseph di Martino, Bruno Mathieu

Recherches liant articulatoire et phonétique pour la RAP³

Nos activités visent à utiliser les travaux théoriques tant en phonétique qu'en articulatoire dans le cadre du décodage acoustico-phonétique. Cet aspect est complété par des recherches en prosodie et l'étude d'algorithmes à base de réseaux neuro-mimétiques destinés à prendre en compte de manière plus réaliste les mécanismes de production de la parole [93].

Utilisation de connaissances phonétiques en décodage acoustico-phonétique

L'introduction de connaissances théoriques sur la phonétique et la production de la parole conduit à plusieurs voies de recherche.

La première que nous avons explorée est l'utilisation d'indices acoustiques extraits du signal de parole et permettant d'identifier le lieu d'articulation des occlusives. Ce projet a mis en évidence que certains indices ont un pouvoir de discrimination très fort et permettent donc de guider le raisonnement de décodage. Ces indices font intervenir un certain nombre de seuils portant soit sur des valeurs de fréquence soit sur des valeurs d'énergie. Pour choisir les meilleures valeurs de seuil nous avons utilisé les arbres de décision. Nous retenons les seuils qui permettent de construire le meilleur arbre de décision pour un corpus d'apprentissage donné [533]. Ce travail a été mené en collaboration avec le projet SYCO et le CRIL (Centre de Recherche en Informatique de Lens). Ce travail sur les indices acoustiques a été complété par une étude de perception portant sur la détermination du lieu d'articulation des occlusives [69]. Comme nous comptons poursuivre cette étude de perception nous avons ajouté à notre logiciel d'étude de la parole Snorri un module permettant d'éditer graphiquement les trajectoires formantiques et de les sauvegarder au format des fichiers de données du synthétiseur de Klatt, et un autre module réalisant des modifications de la parole (allongement, modification du fondamental ou du spectre de la parole indépendamment l'un de l'autre).

Pour que cette approche du décodage acoustico-phonétique soit utilisable il faut disposer d'algorithmes de reconnaissance des formes permettant d'extraire du signal les indices acoustiques. Dans notre projet, nous travaillons sur deux types d'indices :

- la segmentation du signal de parole en sons,
- le suivi automatique des formants.

Notre approche de la segmentation repose sur l'utilisation de dendrogrammes, c'est-à-dire sur une segmentation multi-niveaux du signal de parole représentée sous forme arborescente.

La recherche des segmentations les plus probables dans cette structure s'effectue grâce à un algorithme de programmation dynamique et à une estimation de la vraisemblance phonétique des segments du dendrogramme. Cette vraisemblance est obtenue en combinant les probabilités de durée et de stabilité spectrale des segments, modélisées automatiquement par apprentissage statistique sur des corpus du français [90, 92].

³Reconnaissance Automatique de la Parole

L'adjonction de contraintes (respect des frontières de voisement, estimation d'un intervalle de confiance pour le nombre de segments) permet une recherche efficace dans un ensemble de solutions potentielles très vaste. L'évaluation préliminaire obtenue par alignement automatique des segmentations proposées avec l'étiquetage manuel valide notre approche et démontre l'intérêt de l'utilisation de connaissances acoustico-phonétiques pour la segmentation [91].

Trouver la bonne segmentation revient à parcourir cette arborescence et à s'arrêter sur les nœuds qui correspondent aux sons. Un apprentissage statistique réalisé sur la durée, la nature spectrographique et la stabilité spectrale permet de guider le parcours de l'arbre correspondant au dendrogramme.

L'algorithme de suivi de formants a été complété de manière à pouvoir modifier les contraintes portant sur les domaines de fréquence de deux formants successifs. Cela nous a permis d'adapter le suivi à l'anglo-américain et d'obtenir de bons résultats sur le corpus Timit, tant pour les locuteurs que pour les locutrices [71].

La seconde voie permettant de prendre en compte des connaissances sur les phénomènes de production de parole consiste à utiliser un mécanisme d'inversion acoustique-articulatoire dans le processus de décodage. Nous avons choisi d'utiliser un modèle articulatoire qui, par ses qualités anthropomorphiques, permet de prendre en compte directement des contraintes sur la forme du conduit vocal. Pour débiter ce projet, il faut disposer d'un modèle articulatoire facilement adaptable aux locuteurs. Comme il est difficile d'adapter un modèle articulatoire à n'importe quel locuteur, nous avons choisi de l'adapter à un seul locuteur test grâce à des images IRM. La série d'images IRM que nous avons réalisée nous a permis d'adapter le modèle articulatoire de Maeda à notre sujet. Les résultats de l'adaptation montrent que le modèle atteint bien les voyelles prononcées par notre sujet sauf certaines voyelles d'arrière proches de /o/ [94].

Notre collaboration avec le projet ISA sur le dépouillement automatique de films cinéradiographiques en vue d'obtenir des modèles articulatoires se poursuit [93, 540]. Une interface spécialement dédiée au suivi des articulateurs dans les images est en cours d'élaboration et permettra l'évaluation du système actuel. Par ailleurs, nous disposons maintenant de données ciné-radiographiques et du signal temporel correspondant.

Développement d'autres méthodes de reconnaissance automatique de la parole

En complément de cette approche liant articulatoire et phonétique en reconnaissance automatique de la parole, nous travaillons sur une autre approche qui consiste à introduire la prise en compte du temps dans des réseaux connexionnistes à récurrence locale [86]. L'utilisation du modèle gamma permet ainsi de simuler la décroissance exponentielle de l'activité d'un neurone et d'implanter des lignes d'intégrateurs à fuite. Les tests réalisés tant sur la parole que sur des séquences artificielles montrent l'intérêt de cette approche.

Prosodie

En français, les variations temporelles des paramètres prosodiques au cours de la production d'un énoncé contribuent, dans une large mesure, à l'identification par l'auditeur de la structure syntaxique et discursive de cet énoncé. Dans le signal de parole, les indices acoustiques porteurs d'informations prosodiques sont principalement le rythme d'élocution et les variations de la fréquence fondamentale. Notre objectif est donc double :

- construire des algorithmes robustes de détection et d'interprétation des informations linguistiques et discursives véhiculées par la prosodie en parole continue ;
- valider les résultats des algorithmes mis au point, en comparant les taux d'identification obtenus aux performances humaines grâce à la réalisation d'expériences perceptives.

Nous avons d'abord tenté de détecter les indices acoustiques correspondant aux frontières syntagmatiques marquées prosodiquement, à l'aide de réseaux de neurones multi-couches. Les résultats publiés en 1995 montrent une bonne discrimination entre accents primaires (c.-à-d. accents d'insistance) et

accents secondaires (délimiteurs de constituants syntaxiques ou de groupes de sens), sur la base de la fréquence fondamentale et de la durée segmentale. Pour préciser les contributions respectives du rythme et de l'intonation à la segmentation d'un énoncé en unités supra-segmentales, nous avons réalisé une expérience de perception portant sur de la parole de synthèse dé-lexicalisée [96].

3.2.2 Traitement automatique de textes techniques

Participants : Nicolas Capponi, Nabil Hathout, Evelyne Jacquey, Fiametta Namer, Jean Royauté, Yannick Toussaint

L'information scientifique et technique est actuellement un enjeu majeur dans le monde de la recherche scientifique et dans l'univers industriel. Bien souvent consignée dans des volumes très importants de textes, nous nous proposons de développer des méthodologies et des outils capables d'« analyser » ces textes en prenant en compte leur spécificité tant du point de vue linguistique ou conceptuel (ancré dans un domaine de connaissance particulier) que du point de vue de la finalité de ces textes. « **Analyser** » recouvre le sens d'évaluer la qualité – en fonction de certaines normes – et de proposer une aide à la rédaction lorsqu'il s'agit de textes techniques comme des spécifications de logiciel, des documents de maintenance ou des manuels d'utilisation. Cela peut également viser la capitalisation d'une certaine connaissance en vue de constituer des bases de connaissances – même partielles – ou une certaine mémoire d'entreprise. « **Analyser** », dans un domaine scientifique, peut-être lié à l'activité de veille scientifique pour laquelle on souhaite construire une base de connaissances partielle reflétant les connaissances exprimées dans le corpus. Cela peut également permettre la caractérisation d'un texte par des structures de type <concept-relation> plus riches que les simples index, en vue de la recherche d'information.

Tout d'abord focalisée sur la terminologie, notre démarche a été de réaliser un système le plus ouvert possible qui puisse donc être réutilisé d'un domaine de spécialité à un autre. Bien que s'intéressant à des textes et non au dialogue, cette activité partage des problématiques communes telles que la référence dans les textes ou l'analyse syntaxico-sémantique des énoncés. D'un autre côté, le contexte d'application très contraint des systèmes de dialogue nécessitent l'utilisation d'outils robustes d'étiquetage, d'identification entre termes... Nous entretenons également une forte interaction avec le Projet RFIA/SYCO, plus particulièrement sur les aspects « fouille de données ».

Nous pouvons structurer cette activité autour de trois points, la terminologie, l'analyse de l'information et les méthodes informatiques et linguistiques de traitement de textes techniques. Chacun d'entre eux participe à l'objectif final de traitement de textes techniques.

La terminologie

Nous nous intéressons à la terminologie telle qu'elle est actuellement définie dans les travaux du groupe *Terminologie et Intelligence Artificielle* du GDR-PRC IA en prenant en compte une dimension linguistique des termes et une dimension conceptuelle. L'objectif principal est de disposer d'un environnement de gestion de la terminologie qui puisse être intégré et exploité par des outils de traitement automatique de la langue. Les travaux en cours s'orientent vers l'utilisation de logiques terminologiques du type de CLASSIC pour construire une base de connaissances terminologique. Cet outil sera utilisé dans le cadre de l'analyse de l'information. Quelques tests ont déjà été réalisés sur un thésaurus afin d'en vérifier la structure. Ces tests semblent assez simples du point de vue logique. Nous nous intéresserons donc plus particulièrement à l'insertion de nouvelles entités extraites de corpus de textes.

l'analyse de l'information

Nous cherchons à mettre en œuvre des outils infométriques et linguistiques d'analyse de textes. L'analyse est définie comme la phase suivant la recherche d'information : un usager consulte une base

documentaire et en extrait un certain nombre de références. Les résumés sont traités dans leur ensemble pour construire une base de connaissance partielle représentant les connaissances qui ont pu être extraites des textes. Actuellement, un environnement ouvert est réalisé pour identifier les termes importants dans les textes, les classer (en clusters) par infométrie et cartographier les résultats. Il fonctionne aussi bien sur des textes anglais que sur des textes français. La poursuite des travaux porte sur une analyse linguistique fine des structures prédictives qui ont été considérées comme importantes à la suite de l'étape de clusterisation afin de faire émerger des informations pouvant être consignées dans la base de connaissances.

Les méthodes informatiques et linguistiques de traitement de textes techniques

Il s'agit bien de notre objectif principal à plus long terme. Le langage naturel a souvent été négligé dans le domaine industriel, pensant que les normes et les langages formels pourraient pallier les difficultés. Nous nous sommes intéressés cette année à la réécriture manuelle d'une spécification de logiciel, en essayant d'intégrer les différentes contraintes des normes. La prochaine étape consiste à étudier quelles sont les articulations importantes entre le langage naturel et un langage semi-formel pour la spécification en exploitant les outils et ressources acquises dans les autres sous-thèmes précédents.

3.2.3 Accès sémantique aux banques textuelles

Participants : Evelyne Bourion, Bertrand Gaiffe, Laurent Romary, Nathalie Valceschini

La mise en œuvre de systèmes de dialogues et plus particulièrement la réalisation des modules d'interprétation des références aux objets et aux actions, nécessite en amont une bonne compréhension des mécanismes sémantiques, notamment de sémantique lexicale. C'est pourquoi nous avons entamé une collaboration avec l'INaLF-CNRS dans le cadre d'un projet intitulé *Accès sémantique aux données textuelles*, faisant partie du programme interdisciplinaire du CNRS « Cognition, Communication Intelligente, Ingénierie des langues ».

Pour cette première année de recherche commune, notre travail a porté sur les aspects suivants :

- bilan bibliographique critique et implantation des algorithmes actuellement utilisés en matière de statistique lexicale (accueil d'une stagiaire de DUT Informatique et Statistique de Metz) ;
- étude, en collaboration avec les chercheurs de l'INaLF, des phénomènes de relief statistiques tels qu'ils peuvent être observés dans un sous-corpus de la base Frantext de l'INaLF ;
- première définition d'un modèle informatique permettant de représenter les liens sémantiques observés dans l'étude précédente.

Ce travail a en particulier débouché sur le travail de thèse de Nathalie Valceschini, financé par une bourse MENESR Sciences de la Cognition.

4 Actions industrielles

4.1 Alcatel

Participants : Nadia Bellalem, Bertrand Gaiffe, Olivier Grisvard, Jean-Marie Pierrel, Laurent Romary, Frédéric Wolff

Après une année de collaboration informelle, commencée en août 1995, notre projet s'est intégré dans la deuxième phase du projet Eureka Master coordonné par l'équipe de recherche d'Alcatel Business System à Illkirch. L'objectif visé est de réaliser une interface multimodale pour une application de télé-surveillance (échéance mars 1997) puis d'élargir ces résultats à un scénario plus complexe (séquenceur vidéo).

4.2 Contrat DRET/CRIN/Thomson DASM

Participants : Gilles Souvay, François-Arnould Mathieu, Bertrand Gaiffe, Jean-Marie Pierrel

Les travaux réalisés dans le cadre de ce contrat consistent à faire prendre en compte par le système de dialogue Diapason, un langage plus proche de la langue naturelle et de tenir compte de manière plus forte des connaissances pragmatiques de l'application. Deux approches sont effectuées en parallèle. La première consiste à étendre le modèle Diapason, défini dans le cadre de contrats précédents, la seconde consiste à mettre en œuvre un modèle purement linguistique. Ces deux approches seront intégrées à la plate-forme Diapason.

Les conséquences de l'introduction de la référence aux objets avec utilisation des articles, pronoms et prépositions sont importantes au niveau de la reconnaissance. En effet ces petits mots peuvent se retrouver fréquemment tout au long du signal de parole. Il faut donc séparer les mots en deux classes : les mots pleins et les mot-outils. Le système de reconnaissance ne peut plus fonctionner de manière globale et donner en sortie la ou les phrases reconnues. Le travail d'analyse syntaxique doit être effectué par le système de dialogue qui connaît les classes syntaxiques des mots et les aspects pragmatiques de la tâche. Le niveau reconnaissance devient alors un serveur du niveau dialogue. L'unité élémentaire d'échange d'information n'est plus la phrase mais le mot. Cela nécessite une refonte de la plate-forme Diapason.

Ainsi, Diapason2 doit permettre l'utilisation des articles, des pronoms et prépositions, le but final étant de pouvoir faire référence aux objets de l'application. Les conséquences au niveau du système de dialogue sont importantes. Elles nécessitent l'introduction d'un modèle syntaxique. A partir des objets de l'application et des commandes il permet de déduire les phrases contenant des références aux objets qui pourront être prononcées par l'utilisateur. Au niveau des outils il faut pouvoir définir le contexte de l'application en terme d'objets et de propriétés de ces objets, d'où l'apparition d'un nouvel outil : l'éditeur de contexte [111, 112, 113].

4.3 Contrat DRET/CRIN/Sextant

Participants : Eric Vannesson, Noëlle Carbonell, Yves Laprie, Jean-Marie Pierrel

L'objectif général de ce contrat est, d'une part, d'intégrer des fonctions de dialogue au système de commande vocale développé par Sextant et, d'autre part, d'améliorer la reconnaissance, dans le bruit, d'énoncés oraux appartenant à un langage artificiel restreint. Notre contribution porte sur ces deux aspects : mise en œuvre de connaissances phonétiques et d'informations pragmatiques contextuelles pour améliorer la reconnaissance, conception et développement d'un module de dialogue pour accroître le confort du pilote d'un avion d'armes [105].

5 Actions nationales et internationales

5.1 Actions nationales

5.1.1 GIS Sciences de la cognition

Le projet Dialogue, dont les orientations « sciences cognitives » sont fortes, est très impliqué dans le GIS (Groupement d'Intérêt scientifique) Science de la cognition créé en partenariat entre le CNRS, le CEA, l'INRIA et le MENESR. Cela se traduit essentiellement de diverses façons :

- Jean-Marie Pierrel est membre du directoire de ce GIS (directeur adjoint) et à ce titre contribue à l'animation et la réflexion de ce groupement ;
- Noëlle Carbonell est co-responsable, avec Jean-Marie Danion (Strasbourg), du réseau régional Grand-Est du groupement ;

- Daniel Coulon est responsable du séminaire SCICOGN (Sciences Cognitives) qui fédère des équipes de Nancy, Metz, Strasbourg, Reims, Dijon ;
- Yannick Toussaint est responsable du projet ILIAD, soutenu par le GIS en réponse à l'appel d'offre « Sémantique et mémoire externe » ;
- Anne Reboul est responsable du projet CERVICAL, soutenu par le GIS en réponse à l'appel d'offre « Cognition et communication » ;
- Enfin DIALOGUE participe activement au projet MEDEXPLORE, soutenu par le GIS en réponse à l'appel d'offre « Sémantique et mémoire externe » ;

5.1.2 Cervical

Participants : Denis Finck, Bertrand Gaiffe, Anne Reboul, Laurent Romary

Le projet Cervical institue une collaboration entre des chercheurs de l'équipe Langue et Cognition du LIMSI et des chercheurs de l'équipe DIALOGUE (A. Reboul, F. Bruneseaux, D. Finck, L. Romary, B. Gaiffe). Il se propose de traiter la référence dans le dialogue homme-machine à partir d'une approche pluridisciplinaire intégrant l'informatique, la linguistique et la pragmatique. Le problème de la référence consiste à déterminer le "bon" objet, celui auquel le locuteur avait l'intention de référer. La solution envisagée consiste à proposer un niveau de représentation intermédiaire entre le langage et le monde, les représentations mentales (RM) ou représentations des connaissances liées à un objet, ce niveau intégrant des informations d'origines diverses, linguistiques, encyclopédiques, visuelles, etc. Le projet propose à développer un modèle précis de l'architecture et du fonctionnement des fichiers en s'appuyant sur les corpus existants (codés SGML, d'où le lien avec le projet Silfide, § 5.2.2), traités en partie de façon automatique, la théorie étant testée par la réalisation d'une maquette de traitement des références, implantés dans une architecture multi-agent.

5.1.3 Projet Diatelic

Participants : Jean-Marie Pierrel, Laurent Romary

Le projet Diatelic fait suite à des enquêtes et sollicitations du département SPI du CNRS dans le cadre de son programme "habitat intelligent". Quatre groupes de recherche du CRIN-CNRS ont participé à son élaboration (Dialogue, RFIA/SYCO, ISA, TRIO/coordonateur), en collaboration avec la CNAM (Caisse Nationale d'Assurance Maladie) et de l'ALTIR (Association Lorraine de Traitement de l'Insuffisance Rénale).

L'objectif global du projet est d'offrir les moyens de surveillance des dialysés à domicile ou dans des centres en libre service, d'une part par les médecins d'un centre comme l'ALTIR à Nancy, d'autre part par des infirmières libérales. Une première maquette a été réalisée cette année sous la responsabilité de Dialogue et de RFIA/SYCO. Celle-ci intègre les fonctionnalités élémentaires de communication avec le système tant du point de vue du malade que de celui du médecin, ainsi que l'ensemble de l'architecture nécessaire pour l'accès à la base de données 'malade' (un premier moteur de détection d'alertes a été mis en oeuvre).

A partir de cette expérimentation, l'objectif du projet est de développer des techniques de dialogue homme-machine et de présentation multimédia en vue de faciliter l'établissement d'un diagnostic à partir des données transmises par le malade.

5.1.4 Infométrie Langage et Connaissances (ILC)

Participants : Evelyne Jacquy, Jean Royauté, Yannick Toussaint

Le projet Infométrie Langage et Connaissance (ILC) associe l'INIST aux travaux du Projet Dialogue. Les moyens humains et financiers du projet ont été assumés par les différents participants. L'objectif est

de développer une méthodologie et des outils associant des techniques infométriques et des techniques de linguistique informatique pour réaliser l'analyse de documents textuels. Nous traitons un nombre important de résumés de notices bibliographiques afin de construire une base de connaissance partielle synthétisant une grande partie de l'information contenue dans ces textes. La première étape du projet est réalisée : elle nous a permis de rechercher dans les textes les termes importants, de construire des classes de termes en fonction de leurs cooccurrences. Nous nous servons de cette plateforme pour aborder l'étape suivante qui consiste à extraire des textes, des relations prédicatives entre termes puis à les structurer au sein d'une base de connaissance partielle.

Il s'agit d'une première étape vers l'analyse de l'information qui pourra être étendue à des sources plus complexes d'information (texte plein, littérature grise) et exploitée à des fins de recherche documentaire, de veille technologique ou de construction assistée de bases de connaissances.

5.1.5 Infométrie et Linguistique Informatique pour l'Analyse de l'information dans les fonds documentaires (ILIAD)

Participants : Evelyne Jacquy, Nabil Hathout, Fiametta Namer, Jean Royauté, Yannick Toussaint

Le projet ILIAD est un projet financé par le GIS Sciences de la Cognition pour une durée de deux ans dont le coordinateur est Yannick Toussaint. Le projet a débuté en juin 96. L'objectif du projet est dans la continuité du projet ILC mais en diffère sur un certain nombre de points. L'association de l'Institut de Recherche en Informatique de Nantes (C Jacquemin et B.Daille), de l'Université de Nancy II et de l'INaLF au groupe déjà constitué CRIN-INIST permet en effet de porter une attention toute particulière au traitement de la morphologie du français avec les deux objectifs principaux suivants :

- la prise en compte des structures verbales dans la recherche des termes. Les travaux actuels sur le repérage des termes se focalisent actuellement sur les structures nominales. Nous souhaitons pouvoir faire le liens entre des structures nominales et des structures verbales (ou adjectivales) dans le repérage des termes. Ainsi le groupe nominal « *transformation de muscle en viande* » peut-il se manifester dans les textes sous la forme verbale « *le muscle est transformé en viande*, ». Ce mécanisme de repérage viendra donner de nouvelles perspectives d'exploitation du logiciel FASTR (C.Jacquemin) déjà intégré à la plateforme ILIAD et il est basé sur la description des dérivations morphologiques nécessaires au passage nom-verbe/adjectif et à la prise en compte des transformations des structures syntaxiques (par exemple : $N1 \text{ de } N2 \text{ en } N3 \rightarrow N2 \text{ V}(N1)(\text{passif}) \text{ en } N3$). La description des phénomènes linguistiques est terminée, nous commençons la mise en œuvre informatique.
- l'exploitation de données morphologiques et de structures de traits pour détecter le fonctionnement prédicatif d'un mot et construire autour des termes un véritable réseau conceptuel. Cela suppose d'exploiter un certain nombre de résultats de la morphologie dérivationnelle à deux niveaux et de les associer à des catégorisations des verbes notamment comme celles effectuées dans les tables du LADL. La récupération informatique et leur traitement automatique est en cours.

5.1.6 Bases de connaissances terminologiques, collaboration ERSS et INaLF

Ce projet associe les laboratoires du CRIN-CNRS, de l'ERSS et trois laboratoires de l'INaLF. Il a été défini dans le cadre de la coopération entre les départements SPI et SHS du CNRS et est coordonné par John Humbley (CTN-CNRS) et Yannick Toussaint. L'objectif est de réaliser une maquette à l'usage des terminologues d'un système à base de connaissances terminologiques. L'originalité du projet réside notamment dans le fait que le corpus est composé de différents types de textes et propose une comparaison du type d'information extrait de dictionnaires (TLF...) versus des manuels d'enseignement. Il s'agit d'une première réalisation qui pourra être étoffée au cours de nouveaux projets ou coopérations (cf. § 5.2.6). Cette maquette sera accompagnée d'un guide méthodologique très détaillé pour la construction de bases de connaissances terminologiques à partir de corpus de différents types.

5.2 Actions internationales

5.2.1 Telri

Participants : Laurent Romary, Patrice Bonhomme, Florence Bruneseaux

Le projet Telri (Trans-European Linguistic Ressource Infrastructure) est une action européenne Copernicus visant à favoriser à la mise en commun de compétence et de ressources dans le domaine de l'ingénierie linguistique. La coordination du projet est assurée par Wolfgang Teubert (Institut für Deutsche Sprache) et Laurent Romary coordonne le groupe de travail 'services', où un accent particulier est porté sur la diffusion des normes internationales de représentation des ressources linguistiques (notamment la TEI, Text Encoding Initiative) et des outils associés. Dans ce cadre, un séminaire de travail de trois jours a été organisé les 29, 30 et 31 août 1996, qui a accueilli à Nancy des chercheurs de Birmingham, Ljubjana, Mannheim et Sofia et a été l'occasion de diffuser les outils de la plate-forme Xcorpus.

5.2.2 Silfide (Serveur Interactif pour la Langue Française, son Identité, sa Diffusion et son Etude)

Participants : Patrice Bonhomme, Florence Bruneseaux, Samuel Cruz-Lara, Laurent Romary, Kamel Smaili (du projet RFIA/SYCO)

À la suite d'un appel d'offre conjoint du CNRS et de l'AUPELF-UREF, le laboratoire s'est vu confié la coordination du projet Silfide de mise en place d'un serveur de données linguistiques (et d'outils associés) destiné à la communauté francophone. Ce projet implique actuellement cinq laboratoires : Le CRIN⁴ (via le projet Dialogue), le LIMSI à Orsay, le CLIPS à Grenoble, l'INaF à Nancy et le LPL à Aix. L'objectif est d'aboutir à un partage des données disponibles dans les différents laboratoires francophones travaillant sur la langue et de mettre en commun les différents outils de traitement qui peuvent leur être associés, comme par exemple des lemmatiseurs ou des analyseurs syntaxiques. La mise en place d'un tel serveur s'appuie sur une normalisation minimale des données de façon à permettre une réelle réutilisation de celles-ci. Le cadre que nous avons adopté est ainsi celui de la Text Encoding Initiative qui, sous la forme d'une DTD SGML, propose un ensemble très complet de directives pour structurer des données linguistiques, qu'il s'agisse de textes ou de lexiques. La mise en œuvre d'un tel serveur doit tenir compte de nombreux aspects, allant de problèmes juridiques (de nombreuses données textuelles ne sont pas libre de droits), à la conversion des données disponibles, en passant par la prise en compte des besoins des utilisateurs finaux. Les spécifications du serveur ont été établies en juin et un prototype est maintenant disponible à l'adresse suivante : <http://www.loria.fr/Projet/Silfide/>

5.2.3 Action TMC (Trans-Manche Collaboration)

Participants : Nadia Bellalem, Florence Bruneseaux, Monique Grandbastien (de l'équipe Informatique et Formation du CRIN), Maryline Macrelle (ibidem), Laurent Romary

Le projet est fortement impliqué dans un projet bilatéral ESRC-CNRS regroupant trois laboratoires français dont le CRIN et l'HCRC (Human-Computer Research Center) à Edimbourg. L'objectif est de développer la collaboration récente existant entre nos deux institutions, notamment sur les points suivants en ce qui concerne le projet Dialogue :

- la représentation et la manipulation de corpus de dialogue multimodaux ;
- l'étude des mécanismes fondamentaux du dialogue multimodal homme-machine (référence et geste).

⁴Centre de Recherche en Informatique de Nancy, URA-262 du CNRS

5.2.4 Projet Lingua

Suite aux travaux effectués en 1994, le Bureau Lingua des Communautés Européennes a renouvelé le projet relatif à l'alignement de corpus multilingues pour la traduction et l'apprentissage des langues. Au cours de l'année 1996, nos efforts ont porté d'une part sur l'intégration de l'algorithme d'alignement automatique aux spécificités d'encodage des corpus textuels sous forme SGML/TEI, et, d'autre part, à la mise au point de modules de codage semi-automatique de textes à partir de données non-standardisées (reconstitution de la structure du texte, découpage en phrases, recherche des abréviations etc.). Ces travaux, qui ne correspondent pas en tant que tels à des activités de recherche pour l'équipe, nous ont malgré tout permis de définir les bases de l'architecture de l'outil de manipulation de corpus Xcorpus.

5.2.5 Projet Aquarelle

En 1995, l'INRIA Lorraine a participé à la définition du projet Aquarelle, qui a fait l'objet d'une réponse à un appel d'offre Ingénierie de l'Information du 4ème PCRD sous la responsabilité d'Alain Michard. L'équipe Dialogue a assuré la coordination nancéenne du projet et notamment la définition de quatre programmes de travail autour des thèmes suivant : (i) l'indexation automatique d'œuvres artistiques à partir de textes les décrivant ; (ii) l'utilisation d'alignements multilingues pour l'aide à la traduction de thesaurus spécialisés ; (iii) l'indexation semi-automatique d'images par l'utilisation de techniques de vision par ordinateur.

L'équipe Dialogue est plus particulièrement chargée de la réalisation des deux premiers points. Le dernier est pris en charge dans le cadre d'une collaboration entre le projet ISA et l'équipes Exprim du CRIN.

5.2.6 Actions de recherche de l'Aupelf⁵

Dans le cadre de la mise en place du Réseau Francil (Réseau Francophone de l'Ingénierie de la langue) de l'Aupelf-Uref, un appel d'offre a été lancé fin 1994 pour la mise en place d'Actions de Recherche Concertées visant à regrouper les efforts des laboratoires francophones impliqués dans le traitement de la langue écrite ou orale. L'équipe Dialogue a reçu une réponse favorable dans les deux domaines de l'alignement multilingue et de la terminologie. Dans le cadre de l'appel d'offre de juin 1995 pour la mise en place des Actions de Recherches Partagées, l'équipe a proposé – en tant que coordinateur – une action qui a été retenue sur la construction et l'exploitation de bases de connaissances terminologiques.

6 Diffusion des résultats

6.1 Actions d'enseignement

Outre le fait qu'un certain nombre de membres du projet sont enseignants chercheurs des Universités, on peut noter en particulier :

- des enseignements dans le cadre de l'option informatique linguistique du DEA d'informatique (Jean-Marie Pierrel et Laurent Romary).
- le cours d'environnement logiciel en DEA de Chimie théorique et informatique (Noëlle Carbonell)
- des travaux dirigés de recherche opérationnelle stochastique à l'école des Mines de Nancy (Y. Laprie),
- co-responsabilité du DESS Information Scientifique et Technique (N. Carbonell)

⁵ Association des Universités Partiellement de Langue Française

- la direction de l'école doctorale IAE+M (J.M. Pierrel)

6.2 Organisation de colloques et de séminaires

L'équipe Dialogue a organisé au cours de cette année :

- le deuxième colloque international sur la Déixis, Nancy, 28 et 29 mars 1996
- un séminaire du Groupe Francophone de la Communication Parlée (GFCP de la SFA) sur la perception le 20 mars 1996 à l'Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications (Paris),

6.3 Participation à des colloques

Des membres de l'équipe ont participé à des conférences et *workshops* ; on se reportera à la bibliographie pour en avoir la liste.

6.4 Conférences invitées, tutoriels

- participation les 8 et 9 novembre à la table ronde internationale sur "Diversité des Langues et représentations cognitives" à l'ENS Ulm. Animation du débat final de ces journées (Jean-Marie Pierrel).
- Présentation d'un bilan sur les aspects « Parole » à la journée ATALA du 14 décembre 1996 intitulée « Un demi siècle de traitement automatique des langues : état de l'art », les textes de cette journée seront publiés en 1997 dans la revue TAL (Traitement Automatique des Langues) (Jean-Marie Pierrel).
- Interprétation des énoncés langue+geste en situation de dialogue homme-machine, Séminaire de troisième cycle de Suisse Romane, Cluny, 15-20 avril 1996 (Laurent Romary).
- Responsable de la table ronde sur le multilinguisme dans le cadre du séminaire de l'AFIRIT, Les technologies de l'information et les biens culturels, Rome, 25 mars 1996 (Laurent Romary).
- Participation au Cebit (Hanovre) du 14 au 20 mars 1996 dans le cadre du stand de l'INRIA : présentation du logiciel Xcorpus (Laurent Romary et Patrice Bonhomme).
- Expert invité au Eagles Text Corpora WG Workshop (sessions "Tools" et "Text Representation"), Madrid, 18-20 Janvier 1996 (Laurent Romary)
- Participation à la table ronde "dialogue" dans le cadre de la conférence AFCET-RFIA à Rennes (Bertrand Gaiffe)

6.5 Animations scientifiques

Outre la participation forte du projet aux actions du GIS Sciences de la Cognition (cf paragraphe 5.1.1)

- participation à un groupe de recherche sur les interfaces utilisateurs (ERCIM Working Group 'User Interfaces for All' (Noëlle Carbonell),
- membre du groupe francophone de la communication parlée de la Société Française d'acoustique (Yves Laprie),
- membre du comité national de la Recherche Scientifique (section 34, Langages - Représentations - communication) (Jean-Marie Pierrel),
- membre du conseil scientifique du département SPI du CNRS (Jean-Marie Pierrel),

- directeur du CRIN (URA 262 du CNRS), (Jean-Marie Pierrel),
- membre de plusieurs comités scientifiques de laboratoires : LIMSI (Orsay), INaLF (Paris et Nancy), IRIT (Toulouse), Leibnitz (Grenoble)... (Jean-Marie Pierrel),
- membre du conseil de l'UFR STMIA et du conseil de la faculté des sciences de l'UHP-Nancy 1 (Jean-Marie Pierrel),
- Participation au Groupe de Travail sur la multimodalité du GDR-PRC CHM (Noëlle Carbonell),
- Membre du Groupe d'experts de la MST (Noëlle Carbonell).

Participation à des comités de programme

- IHM'96 (organisation scientifique des rencontres doctorales) (Noëlle Carbonell),
- Second ERCIM Workshop on User Interfaces for All, Prague, 7-9 Novembre 1996 (Noëlle Carbonell),
- 21^{es} Journées d'Étude sur la Parole, Avignon, juin 1996, (Yves Laprie),
- Terminologie et IA, Toulouse, avril 1997, (Yannick Toussaint),
- TALN 96, Marseille, 22 - 24 mai 1996, (Jean-Marie Pierrel),
- ERGO IA'96 9-11 octobre 1996, SELF - AFCET (Jean-Marie Pierrel),
- TALN 97, Grenoble, 12-13 juin 1997 (Jean-Marie Pierrel),
- membre du comité de rédaction de la revue Computer and Humanities (rédacteur en chef : Nancy Ide); (Laurent Romary),
- membre du comité de rédaction de TSI (Jean-Marie Pierrel).

6.6 Diffusion de logiciels

6.6.1 Diffusion du logiciel SNORRI

Participants : Yves Laprie

Le logiciel Snorri (éditeur interactif pour l'étude de la parole) a fait l'objet, aux cours des deux dernières années, de développements industriels grâce à la mise à disposition par le CNRS d'un ingénieur de recherche et de valorisation. Disponible aujourd'hui en deux versions, l'une destinée aux PC sous Windows (WinSnorri) et l'autre destinée aux postes de travail sous Unix avec OSF/Motif (Snorri). Le logiciel Snorri a été amélioré cette année de manière à pouvoir générer des fichiers de données pour le synthétiseur de Klatt. Pour l'instant seuls les formants sont pris en compte.

6.6.2 Diffusion de Xcorpus

Participants : Patrice Bonhomme

Le logiciel Xcorpus qui est dédié à la manipulation de corpus codés en S.G.M.L. est disponible gratuitement à des fins de tests. Il peut être récupéré sous forme de sources ou d'exécutables pour la plupart des plateformes Unix à l'adresse :

<http://www.loria.fr/Projet/Xcorpus>

Des efforts particuliers ont porté sur :

- la gestion de corpus multilingues, et en particulier sur le calcul automatique d'alignements.
- l'aide à la réalisation de serveurs www multilingues.
- l'extraction de cooccurrences statistiques.

7 Perspectives

Les dernières années se sont caractérisées pour notre équipe par un renforcement important des activités relatives au traitement du langage que ce soit en terme d'objectifs scientifiques ou en terme de recrutement de permanents ou de thésards. La reconnaissance de l'équipe comme équipe d'accueil de doctorants en sciences du langage (2 thèses en cours) dans le cadre de l'école doctorale « Langue, Temps et Société » à côté de nos activités de formation doctorale en informatique, est de ce point de vue importante. Pour l'avenir, nous souhaitons plus particulièrement renforcer nos activités dans trois directions complémentaires :

- Des études fondamentales sur le dialogue et les interactions langue et désignation avec un accent plus particulier vers la modélisation du traitement de la référence et la définition d'analyseurs linguistiques robustes adaptés tant à l'écrit qu'à l'oral.
- La mise en place d'infrastructures de gestion et d'étude de vastes données linguistiques. S'appuyant sur nos acquis obtenus dans les projets Xcorpus et LINGUA, le projet SILFIDE devrait nous permettre de mettre plus largement nos compétences au service de la communauté scientifique.
- Des projets pluridisciplinaires à travers les actions pluriannuelles soutenues par le GIS « Sciences de la cognition » dans le cadre des projets MEDEXPLORE, ILIAD et CERVICAL ;

En parallèle, nous poursuivrons les validations de nos propositions à travers des collaborations industrielles suivies, comme ce fut le cas avec Thomson et Sextant. L'intégration au projet Master avec Alcatel sera pour nous une occasion supplémentaire de le faire.

Par ailleurs, suite à la décision de Jean-Marie Pierrel de quitter la responsabilité du projet pour mieux se consacrer à ses nombreuses autres tâches, une réflexion est en cours qui devrait conduire à de nouvelles propositions d'organisation de nos activités. Cette réflexion, menée en liaison avec le CRIN, devrait déboucher au cours du premier trimestre 1997. Son objectif est de préserver et renforcer la visibilité des diverses composantes de l'équipe : langue et dialogue, terminologie et IST, traitement du langage parlé et assistance à l'utilisateur et cela se concrétisera par la proposition de nouveaux projets.

8 Publications

Thèses

- [67] L. CHAPELIER, *Dialogue d'assistance dans une interface homme-machine multimodale*, thèse de doctorat, Université Henri Poincaré, Nancy 1, juin 1996.

Articles et chapitres de livre

- [68] P. BONHOMME, F. BRUNESSEUX, L. ROMARY, «Codage, documentation et diffusion de ressources textuelles», *Cahiers de GUTenberg*, 24, 1996, p. 177–180.
- [69] A. BONNEAU, L. DJEZZAR, Y. LAPRIE, «Perception of the place of articulation of French Stop Bursts», *Journal of Acoustical Society of America* 100, 1, July 1996, p. 555–564.

- [70] N. CARBONELL, C. VALOT, C. MIGNOT, P. DAUCHY, «Etude empirique de l'usage du geste et de la parole en situation de communication Homme-Machine», *Le travail humain*, Juin 1997, à paraître.
- [71] Y. LAPRIE, M.-O. BERGER, «Cooperation of Regularization and Speech Heuristics to Control Automatic Formant Tracking», *Speech Communication* 19, 4, October 1996, p. 255–270.
- [72] C. MIGNOT, N. CARBONELL, «Commande orale et gestuelle : étude empirique», *Technique et Science Informatiques*, Décembre 1996, à paraître.
- [73] J.-M. PIERREL, «Vers une plate-forme d'outils génériques de gestion de connaissances sur le français», in : *Lexicographie et informatique*, D. Piotrowski (réd.), Didier Erudition, 1996, p. 225–238.
- [74] A. REBOUL, J. MOESCHLER, «Reductionism and contextualism in Pragmatics and discourse analysis», *Linguistische Berichte*, 1996.
- [75] A. REBOUL, «Le logicien, le linguiste, le zoologue et le cognitiviste: vers une vision réaliste de la référence», in : *Référence temporelle et nominale*, J. Moeschler et M.-J. Reichler-Béguelin (réd.), Peter Lang., Berne, 1996.
- [76] A. REBOUL, «Pierre Attal : Questions de sémantique : une approche comportementaliste du langage», in : *Bibliothèque de l'Information Grammaticale*, Editions Peeters, 1996.
- [77] L. ROMARY, J.-M. PIERREL, «Le projet Silfide : vers un accès ouvert aux ressources linguistiques francophones», *Revue Française de Linguistique Appliquée*, 1996, à paraître.

Communications à des congrès, colloques, etc.

- [78] J.-M. ALVARENGA, «Lexical Rules in Man-Machine Dialogues», in : *Proceedings Second International Conference on Mathematical Linguistics*, Tarragona (Spain), May 1996.
- [79] J.-M. ALVARENGA, «Restrictions in Sublanguages», in : *Proceedings of Dialogue 96*, Institut Russe d'Intelligence Artificielle, Also published in Proceedings of the Conference LASSO (Linguistic Association of the SouthWest), Las Cruces University, New Mexico (USA), October 1995, Moscou, May 1996.
- [80] M.-F. BARTHET, N. CARBONELL, «Atelier Conception et ergonomie - Synthèse», in : *Actes IHM'96*, Cépaduès, Toulouse, 1996.
- [81] N. BELLALEM, L. ROMARY, «Gestural Prosody in Man-Machine Task-Oriented Dialogues», in : *Workshop on the Integration of Gesture in Language and Speech*, Newark, Delaware, 1996.
- [82] N. BELLALEM, L. ROMARY, «Structural Analysis of Co-Verbal Deictic Gesture in Multimodal Dialogue System», in : *Proceedings gesture Workshop'96*, York (England), mars 1996.
- [83] M.-O. BERGER, Y. LAPRIE, «Tracking Articulators in X-Ray Images with Minimal User Interaction: Example of the Tongue Extraction», in : *Proceedings of IEEE International Conference on Image Processing, Lausanne, Switzerland*, September 1996.
- [84] E. BOUYER, B. GAIFFE, «How does the task influence the lexical description in a man-machine dialogue?», in : *Proceedings of SPECOM'96*, octobre 1996.
- [85] E. BOUYER, «Description de la structure et du contenu du lexique d'applications finalisées de commande», in : *Actes du Séminaire "Représentations et Outils pour les Bases Lexicales, Morphologie Robuste"*, CLIPS-IMAG, Grenoble, novembre 1996.
- [86] L. BUNIET, D. FOHR, J.-M. PIERREL, «Mise en œuvre de réaux de neurones Gamma pour la segmentation de la parole continue», in : *Actes des 21èmes Journées d'Etude sur la Parole*, p. 309–312, Avignon, Juin 1996.
- [87] N. CAPPONI, Y. TOUSSAINT, «Construction et structuration d'un lexique sémantique», in : *journées du PRC CHM sur le lexique*, Grenoble, 1996.

- [88] N. CAPPONI, «Utilisation d'une logique de description pour construire une base de connaissances terminologique», in : *Actes Premier Colloque Etudiant en Linguistique Informatique*, P. B. et A. kharrat (réd.), Montréal (Canada), juin 1996.
- [89] B. GAIFFE, L. ROMARY, «Do we co-refer to the same object?», in : *ECAI Workshop on Intelligent Multimedia Presentation Systems (W32)*, Budapest, 1996.
- [90] J. HUSSON, Y. LAPRIE, «A new search algorithm in segmentation lattices of speech signals», in : *Proceedings of International Conference on Spoken Language Processing 96*, 4, p. 2099–2102, Philadelphia (USA), October 1996.
- [91] J.-L. HUSSON, Y. LAPRIE, «Searching for the N-Best Segmentations in Dengrograms», in : *Proceeding of International Workshop on Speech and Computer, SPECOM'96*, p. 101–106, St. Petersburg, Russia, October 1996.
- [92] J.-L. HUSSON, Y. LAPRIE, «Un nouvel algorithme de recherche dans les réaux de segmentation multi-niveaux», in : *Actes des 21èmes Journées d'Etude sur la Parole*, p. 335–338, Avignon, Juin 1996.
- [93] Y. LAPRIE, M. BERGER, «Towards automatic extraction of tongue contours in X-ray images», in : *Proceedings of International Conference on Spoken Language Processing 96*, 1, p. 268–271, Philadelphia (USA), October 1996.
- [94] B. MATHIEU, Y. LAPRIE, «Speaker Normalization of the Maeda's Model», in : *Proceeding of International Workshop on Speech and Computer, SPECOM'96*, p. 167–170, St. Petersburg, Russia, October 1996.
- [95] F.-A. MATHIEU, B. GAIFFE, J.-M. PIERREL, «A vocal command system using contextual information to constrain the recognition process», in : *International Workshop "Speech and Computer" (SPECOM'96)*, p. 107–112, St-Petersburg (Russia), October 1996.
- [96] V. PAGEL, N. CARBONELL, Y. LAPRIE, «A new method for speech de-lexicalization, and its application to the perception of French prosody», in : *Proceedings of International Conference on Spoken Language Processing 96*, 2, p. 821–823, Philadelphia (USA), October 1996.
- [97] A. REBOUL, «La fiction et le mensonge: les "parasites" dans la théorie des actes de langage», in : *Actes du Séminaire "Mensonge et actes de langage"*, C. Brassac (réd.), Groupe de Recherche sur les Communications, Université de Nancy 2, septembre 1996.
- [98] S. ROBBE, A. BONNEAU, S. COSTE-MARQUIS, Y. LAPRIE, «Using decision trees to construct optimal acoustic cues», in : *Proceedings of International Conference on Spoken Language Processing 96*, 1, p. 137–140, Philadelphia (USA), October 1996.
- [99] S. ROBBE, N. CARBONELL, P. DAUCHY, «How do Users Manipulate Graphical Icons ? An Empirical Study», in : *Proceedings Gesture Workshop'96*, York (England), mars 1996.
- [100] Y. TOUSSAINT, «Articulation texte-diagramme dans la spécification de logiciel», in : *actes du workshop "Le texte procédural : langage, action et cognition"*, Château de Mons, France, 1996.
- [101] Y. TOUSSAINT, «Combining Informetrics and linguistics in order to analyse Large Documentary Databases», in : *International Conference on Knowledge Based Computer Systems*, 1996.

Rapports de recherche et publications internes

- [102] N. BELLALEM, L. ROMARY, «From Perception to expression: the deictic gesture in man-machine task-oriented dialogue», *rapport de recherche*, Centre de Recherche en Informatique de Nancy, Vandœuvre-lès-Nancy, 1996, soumis à Int. J. on Man Machine Studies.
- [103] F. BRUNESSEUX, L. ROMARY, «Dialogue Homme-Machine et Tei: Propositions de codage», *Rapport interne*, Centre de Recherche en Informatique de Nancy, Vandœuvre-lès-Nancy, 1996.
- [104] N. CARBONELL, «Acquisition et formalisation de stratégies d'aide à la mise en œuvre de logiciels grand public», *rapport de recherche*, Centre de Recherche en Informatique de Nancy, Vandœuvre-lès-Nancy, 1996, Projet 'Dialogue et coopération', PRC Sciences cognitives.

- [105] N. CARBONELL, «Ergonomie du dialogue oral de commande dans un avion d'armes - Contribution au Rapport de Contrat DRET/CRIN/Sextant», *Rapport interne*, Centre de Recherche en Informatique de Nancy, Vandœuvre-lès-Nancy, 1996.
- [106] N. CARBONELL, «Rapport de prospective, Groupe de réflexion 'Accès à la documentation'», *Rapport interne crin*, GIS 'Sciences de la Cognition', 1996.
- [107] D. FINCK, «Parallel Parsing of Lexicalized Tree-Adjoining Grammars», *Rapport interne*, Centre de Recherche en Informatique de Nancy, Vandœuvre-lès-Nancy, 1996.
- [108] C. MULLER, X. POLANCO, J. ROYAUTÉ, Y. TOUSSAINT, «Acquisition et structuration des connaissances en corpus : méthodologie», *rapport de recherche*, INRIA, 1996, à paraître.
- [109] A. REBOUL, «Contextualisme et réductionnisme, petit traité zoologique à l'usage des linguistes : la référence sans la cohérence», *rapport de recherche*, Centre de Recherche en Informatique de Nancy, Vandœuvre-lès-Nancy, 1996.
- [110] A. REBOUL, «Présentation des représentations mentales (RM)», *rapport de recherche*, Centre de Recherche en Informatique de Nancy, Vandœuvre-lès-Nancy, 1996.
- [111] G. SOUVAY, P. ALINAT, «Intégration reconnaissance de la parole et compréhension par le dialogue ; premier rapport intermédiaire phase 2 du contrat 91/306 BC 56», *rapport de recherche*, Contrat Thomson/DRET, 1996.
- [112] G. SOUVAY, P. ALINAT, «Intégration reconnaissance de la parole et compréhension par le dialogue ; deuxième rapport intermédiaire phase 2 du contrat 91/306 BC 56», *rapport de recherche*, Contrat Thomson/DRET, 1996.
- [113] G. SOUVAY, P. ALINAT, «Intégration reconnaissance de la parole et compréhension par le dialogue ; troisième rapport intermédiaire phase 2 du contrat 91/306 BC 56», *rapport de recherche*, Contrat Thomson/DRET, 1996.

Divers

- [114] J.-M. PIERREL, L. ROMARY, «Man-Machine Dialogues and Language», ERCIM News number 26, 1996.
- [115] Y. TOUSSAINT, J. ROYAUTÉ, «Analysing information from large Documentary Bases : the ILC Project», ERCIM News number 6, July 1996.

9 Abstract

The dialogue project aims at designing man-machine dialogue systems which present a strong linguistic component. This objective thus requires precise studies on the way language is used contextually, taking into account the different parameters related to the speaker, the dialogue setting and the task to be achieved by the dialogue.

In such a framework, it appears that both oral and written language can be seen as a privileged medium for any interaction between a man and a computer system, but also as a major way to represent the underlying knowledge concerning a specific domain or application.

Our research project thus tackles the following topics:

- fundamental and applied studies about language as a communication means. This implies research on the pragmatics of language (reference, indexicals, spatial modelling, coreferential gesture interpretation), as well as the study of the underlying lexical phenomena;
- studies and implementation of man-machine dialogue systems, with a specific focus on assistance mechanisms and on the possible architectures of such systems;

- studies on speech production taking into account most recent theories of phonetics and articulatory modelling.
- description and representation of the terminological data which are present in technical texts;