

## Chapitre 6<sup>1</sup>

# Interaction multimodale pour la recherche d'information

### 6.1. Position du problème

Dans les systèmes d'information, la recherche d'information interactive est une question qui prend de l'importance avec le Web, du fait de la dissémination et de la fragmentation des informations dans de très nombreux sites. Malgré les liens hypertextuels, ces informations ont souvent peu de rapport entre elles car les liens sont positionnés au gré des auteurs de pages sans une rationalité d'ensemble. Il est donc très difficile d'effectuer une navigation thématique sur le Web puisque les documents ne sont pas indexés d'une part et que la cohérence sémantique des liens n'est pas garantie d'autre part. La seule possibilité actuellement est d'utiliser un moteur de recherche généraliste pour "ramener" un certain nombre de pages lexicalement liées, et de les parcourir ensuite dans son propre espace de travail. C'est évidemment là, une manière très frustrée et très appauvrie d'interactivité, encore aggravée par le fait qu'il n'existe pas d'outil bien intéressant pour l'organisation des données dans son propre espace de travail.

Or, sur un plan cognitif, l'utilisateur ne procéderait pas du tout ainsi : il a plutôt tendance (a) à *butiner sur un fil thématique* s'il n'a pas de contrainte de recherche précise ou de but particulier à satisfaire autre que sa propre curiosité ou (b) à vouloir *accéder rapidement aux informations* dont il a besoin pour un travail donné. Dans le

---

<sup>1</sup> Ce chapitre a été rédigé par Jean CAELEN et Marie-France BRUANDET.

## 2 Environnements évolués et évaluation de l'IHM

premier cas, l'aide que peut lui fournir un système interactif est de *l'accompagner* dans son parcours thématique (informations sur le *où* et le *quand* obtenir : aide à la navigation, au repérage, à la collecte, etc.), dans le deuxième cas, l'aide sera plutôt de lui fournir les conditions optimales *d'accès* (informations sur le *quoi* et le *comment* obtenir). Nous allons dans ce chapitre nous intéresser à ces deux problématiques, en examinant l'apport possible de l'interaction.

Du point de vue recherche d'information, il devient indispensable de remettre en question la conception dichotomique classique des Systèmes de Recherche d'Informations (SRI) selon le moteur de recherche d'une part, et l'interaction avec l'utilisateur d'autre part. L'utilisation du moteur de recherche doit être fondue dans une interaction guidée par un dialogue adapté, pour en exploiter plus efficacement les ressources. En effet, le World Wide Web fait évoluer les usages de travail en recherche d'information : l'utilisateur se trouve souvent seul face à une masse croissante d'informations. Il n'a *plus* les aides qu'il pouvait trouver dans des services d'assistance documentaire (les documentalistes apportaient une aide, notamment dans l'expression des besoins) et il n'a pas *encore* d'aide en ligne suffisante. Si l'on considère la recherche d'information selon les trois étapes du cycle d'utilisation d'un système de recherche d'information (SRI), et/ou d'un moteur de recherche à savoir :

- *la formulation* du besoin d'information, généralement à l'aide d'une requête, expression booléenne de mots clés et/ou en langage proche de la langue naturelle (LN) ;
- *la présentation* de la réponse fournie par le système, généralement donnée par une liste de références aux documents de la base ;
- *l'évaluation de la pertinence* des documents retrouvés ordonnés suivant des critères de pertinence propres au système.

La répartition du contrôle de l'interaction au sein du couple Utilisateur-SRI doit être repensée pour chacune de ces étapes.

### 6.2. Cycle d'utilisation d'un système de recherche d'informations

*La formulation du besoin d'information* a pour but de négocier un *sens* pour l'expression de ce besoin, afin de permettre au système de se focaliser sur un ensemble de documents pertinents. Le passage d'un besoin d'information à son expression en des termes acceptables par le SRI est une tâche difficile. L'utilisateur "idéal" doit avoir des connaissances sur le système lui-même (modèles de recherche d'informations sous-jacents, informations sur le corpus disponible, connaissances du domaine couvert par le corpus, etc.). En revanche, le système doit connaître le contexte du besoin de l'utilisateur à savoir l'arrière-plan de connaissances de celui-

ci. La tâche du SRI est de construire un sens pour la requête le plus proche possible du besoin de l'utilisateur. Ce rôle était joué par les documentalistes lorsqu'ils servaient d'intermédiaire entre l'utilisateur et le système de recherche utilisé. Tout utilisateur d'un moteur de recherche peut remarquer qu'il est rare d'obtenir dès sa première requête la satisfaction du besoin.

*La présentation de la réponse* consiste pour le système à présenter l'ensemble des documents retrouvés à l'utilisateur. Cette présentation constitue le lieu de la confrontation entre le sens que l'utilisateur cherche à exprimer, et le sens effectivement produit par le système. Il s'agit de confronter le problème d'information à résoudre et le contenu du corpus

Enfin, *l'évaluation de la pertinence des documents* consiste à aider l'utilisateur à examiner la réponse obtenue en se déplaçant parmi les documents retrouvés. Cette *navigation* permet à l'utilisateur d'évoluer librement avec ou sans aide parmi les documents, d'évaluer sa satisfaction, et de procéder à une reformulation (avec élargissement ou raffinement de la requête précédente par exemple) s'il n'est pas satisfait.

Ce cycle traduit une utilisation itérative du SRI, dont l'objectif final est de satisfaire l'utilisateur. Evidemment les trois phases du cycle ne sont pas toujours séquentielles : l'utilisateur peut décider d'une stratégie entièrement exploratoire basée sur la navigation, et se laisser guider ainsi par les documents présentés tout au long de son parcours.

### ***La problématique liée à l'utilisation des SRI***

Pour chacune des étapes du cycle de recherche et leurs enchaînements, les critères d'expressivité en entrée et d'explication en sortie du système sont fondamentaux. Nous allons l'illustrer au moyen de deux cas extrêmes de systèmes permettant de rechercher de l'information : les SRI traditionnels et les systèmes de navigation. Dans un SRI traditionnel, l'utilisateur spécifie une requête de façon autonome (souvent avec peu d'aide), et le système, perçu comme une boîte noire, renvoie un ensemble de documents en réponse à cette requête. *L'inadéquation* entre le sens que l'utilisateur cherche à exprimer et le sens effectivement interprété par le système est inévitable : un ensemble de mots clés ne peut en aucun cas traduire un problème d'information de façon précise et non ambiguë. Le fait que le système se comporte comme une boîte noire, interdit à l'utilisateur de comprendre cette inadéquation et d'y réagir de façon appropriée en reformulant sa requête. Dans ce type de système, un processus itératif de reformulation automatique est souvent proposé : l'utilisateur doit sélectionner les meilleurs documents parmi les documents retrouvés (« relevance feedback » en anglais). Le système procède de façon opaque à l'utilisateur pour construire une nouvelle requête tenant compte des documents choisis. Dans ce type de SRI, *le contrôle de l'interaction et de la production du sens*

revient entièrement au système, alors que le processus relève de la compétence cognitive de l'utilisateur, et dépend de ses connaissances et du but poursuivi. [SAL 89].

A l'opposé, on trouve les systèmes de recherche par navigation, illustrés par la navigation sur le Web, où l'utilisateur explore un espace de documents en passant d'un document à l'autre par l'intermédiaire des liens hypertextes. Les systèmes hypertextes et hypermédias s'avèrent une alternative sérieuse pour la recherche d'information, à condition de fournir à l'utilisateur des outils de *focalisation*. De plus, ces systèmes apparemment conviviaux, nécessitent en fait des compétences spécifiques chez les utilisateurs non-spécialistes auxquels ils s'adressent. Les problèmes rencontrés peuvent se résumer sous le terme de *désorientation*. Celle-ci provient de l'absence de repères des utilisateurs lorsqu'ils parcourent les réseaux. En général, ce mode de recherche utilise une stratégie opportuniste. Même si la curiosité de l'utilisateur peut être satisfaite, il y a manifestement une perte de temps considérable, car les liens ne sont pas toujours logiquement définis par les auteurs d'une page. Dans ce type de système, le contrôle de l'interaction est entièrement remis entre les mains de l'utilisateur. En revanche, la tâche qu'il doit mener à bien requiert l'élaboration d'une stratégie d'utilisation du système beaucoup plus complexe s'il veut être efficace.

Nous avons présenté deux classes de systèmes de recherche d'information qui s'opposent dans leur approche. Dans la première classe de systèmes, l'interaction est entièrement contrôlée par le système tandis que dans la deuxième classe, le contrôle revient à l'utilisateur. Ces deux exemples posent la question du partage du contrôle de l'interaction. Il faut, nous semble-t-il, mettre à profit les compétences de l'utilisateur pour préciser avec lui, le sens des informations qu'il recherche. L'hypothèse sous-jacente est d'augmenter les capacités pour focaliser la recherche sur un sous-ensemble de documents. Pour que l'utilisateur puisse effectivement interagir sur le sens, le système doit permettre une grande expressivité en entrée (formulation) et une grande explicabilité en sortie (présentation de la réponse), ce qui implique un échange complexe de données (connaissances et buts) entre le système et l'utilisateur. C'est cette troisième voie que nous développons ci-après, fondée sur le dialogue multimodal, c'est-à-dire l'utilisation conjointe de diverses stratégies de recherche à travers une expression de besoin en langage naturel, ce dernier permettant une formulation souple de la requête.

### **6.3. La pertinence dans un système de recherche d'information**

L'un des problèmes clés des Systèmes de Recherche d'Informations est la définition d'une fonction de correspondance entre la représentation du contenu sémantique des documents et la requête de l'utilisateur. Cette fonction doit

modéliser la *pertinence* d'un document pour l'utilisateur. Souvent la correspondance plus ou moins exacte est évaluée à l'aide d'une mesure de similarité, qui permet d'ordonner selon cette mesure les documents retrouvés par le système. De fait, il existe deux formes de pertinence : la pertinence système et la pertinence utilisateur. La première correspond à la pertinence que le système a calculée, la seconde à la façon dont l'utilisateur juge de la pertinence des documents trouvés par le système pour son besoin d'information. Le problème est donc de réduire la distance existant entre la *pertinence utilisateur* et la *pertinence système*.

Depuis longtemps ce type de problématique est adressé par les chercheurs en recherche d'information. Afin de guider l'utilisateur vers une bonne formulation, le système peut affiner la requête de l'utilisateur en fonction des connaissances qu'il a sur le domaine de la requête, des ressources langagières dont il dispose et des informations fournies par l'utilisateur. Nous allons dans les paragraphes suivants indiquer les solutions les plus classiques.

Les solutions proposées passe habituellement par un raffinement de la fonction de correspondance et/ou du processus de reformulation de la requête. Deux stratégies sont en concurrence : le célèbre bouclage de pertinence (« relevance feedback ») [ROC 71], ou l'assistance de thésaurus, qui peut être une base terminologique générale, ou ciblée pour un domaine d'application. Nous allons présenter ces deux tendances.

### **6.3.1. Le bouclage de pertinence**

Rocchio souligne déjà [ROC 71] que la façon dont un individu exprime son besoin d'information dépend dans une large mesure de son niveau de compétence sur le sujet qui l'intéresse, du vocabulaire et du style qu'il emploie, mais aussi de sa connaissance des processus d'indexation et de recherche du système auquel il a recours. Un autre phénomène, qui est largement souligné, est la faible longueur des requêtes, les études menées par Lu et Keefer [LU 95] montrent que les requêtes contiennent en moyenne 7 mots, aussi le risque que des termes pertinents pour la recherche en soient absents est non négligeable. La reformulation automatique par bouclage de pertinence a été introduit dans les années 70 lors de la définition du célèbre système SMART de Salton [SAL 71]. Ce système est toujours utilisé et sert de base à de nombreuses expérimentations actuelles. Cela est dû aux deux faits suivants, d'une part il existe un système opérationnel robuste et supportant la charge de gros corpus ; d'autre part, il s'appuie sur un modèle théorique : le modèle vectoriel. Chaque document est représenté par un vecteur dans un espace de  $t$  termes sélectionnés comme termes d'indexation à partir du corpus, figure 6.1.

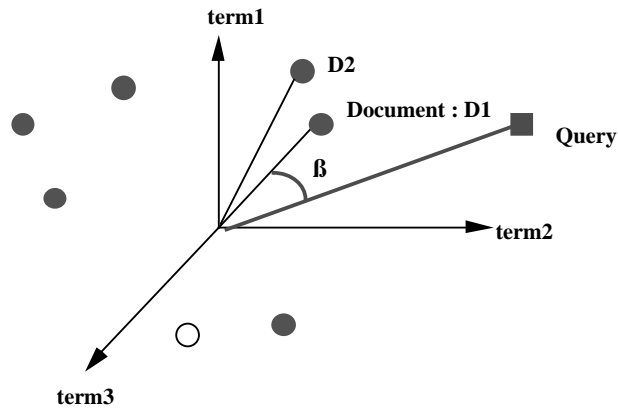


Figure 6.1. Représentation vectorielle d'une information

Un poids est affecté à chaque terme exprimant la représentativité du terme dans le document et également pour le corpus visé. Une mesure de similarité entre le vecteur document et le vecteur requête est calculée. La mesure la plus utilisée est le cosinus de l'angle entre les deux vecteurs. Le principe du bouclage de pertinence est d'être capable de modifier la requête de l'utilisateur en tenant compte des jugements de pertinence que ce dernier a émis sur les documents retrouvés par le système. La méthode doit permettre d'exhiber les éléments pertinents et d'éloigner les éléments non pertinents. Le principe est de calculer un nouveau vecteur requête  $R'$  à partir du vecteur initial  $R$ . Pour cela :

– Le système sépare le corpus en deux ensembles disjoints, les documents pertinents et les documents non pertinents, soient :

- **Ret** : l'ensemble des documents estimés *pertinents* par le système,
- **Pert** et **NPert** : les ensembles de document estimés, respectivement pertinents et non pertinents par l'utilisateur parmi les documents retrouvés par le système.

$$\text{Ret} = \text{Pert} \cup \text{NPert} \text{ Avec } \text{Pert} \cap \text{NPert} = \Phi$$

– Le système modifie la requête initiale. Le principe est d'augmenter les poids des termes appartenant aux documents pertinents et de diminuer ceux des termes appartenant aux documents non pertinents.

$$R' = \alpha R + \beta \sum_{D_i \in \text{Pert}} D_i - \gamma \sum_{D_i \in \text{NPert}} D_i$$

Les paramètres  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  sont ajustables selon les applications.

Devant la non satisfaction des utilisateurs occasionnels de moteur de recherche et souvent la mauvaise qualité des réponses fournies, on observe dans la communauté scientifique un regain d'intérêt pour le bouclage de pertinence que ce soit pour la reformulation ou pour le filtrage de documents [SHA 98]. En effet, Mitra et al. [MIT 98] observent que les utilisateurs occasionnels fournissent rarement le jugement de

pertinence requis. Ils proposent dans ce cas de recourir à un bouclage de pertinence aveugle, sans intervention de l'utilisateur et en considérant que, par exemple, les 20 premiers documents trouvés par le système sont pertinents. Cette méthode a effectivement l'inconvénient de considérer comme pertinents des documents qui ne le sont pas et dépend donc des langages d'indexation et d'interrogation mis en œuvre par le système de recherche d'informations cible. Il peut avoir pour effet d'augmenter la « dérive » de la requête (query drift) et l'on risque de dénaturer le besoin d'information de l'utilisateur. Cependant leur utilisation dans un SRI augmente la précision des réponses donc correspond à un gain qualitatif.

### 6.3.2. *L'expansion des requêtes*

Le problème qui se pose, déjà souligné par G. Salton [SAL 83], est que les auteurs de documents et les utilisateurs utilisent une grande variété de mots pour exprimer le même concept. Le bouclage de pertinence est une façon de rapprocher ces deux modes d'expression mais reste limité quant aux éléments pris en compte, en l'occurrence les documents retrouvés par le système. Cet aspect du problème intervient en amont, il s'agit d'aider l'utilisateur à s'exprimer avec les bons concepts et en terme du système, Une aide est de lui fournir une base de connaissance du domaine, appelée thésaurus, utilisée pour une reformulation automatique ou assistée.

Dans les SRI, deux philosophies se font jour l'utilisation d'un thésaurus construit manuellement ou des « connaissances » extraites du corpus. Les thésaurus manuels comme WordNet [MIL 95] sont riches du point de vue concepts et relations. Il s'agit d'une organisation de termes en synonymes, antonymes, hyponymes ou hyperonymes (relations générique ou spécifique), méronymes ou holonymes (relations composé-composant). Les essais effectués [MAN 99] montrent des gains en précision des réponses de 2 à 10 %. Les expérimentations de comparaison sont en général basées sur le système SMART.

Les méthodes de construction automatique peuvent être classifiées en deux catégories : celles purement statistiques et celles que l'on peut désigner de « pseudo-linguistiques » :

- Les méthodes statistiques sont basées sur les cooccurrences des termes dans le corpus. Diverses mesures de similarité terme/terme ont été définies. Le paramètre, qui est surtout évolutif d'une méthode à l'autre, est la fenêtre en nombre de mots qui sont pris en compte pour le calcul de la similarité entre cooccurrences [BRU 85], [BRU 89], [BRU 98]. Cette fenêtre peut aller du document complet, être de taille fixe de 20 à 200 mots, ou se réduire à une phrase du texte. On remarque que l'utilisation des relations mises en exergue de cette façon, bien que l'on ne puisse pas les qualifier, augmente toujours la qualité des résultats [CHE 97a], [CHE 97b].

– Les méthodes linguistiques sont basées sur la base des relations linguistiques entre termes en extrayant des structures particulières telles que substantif-verbe, adjectif-nom, etc., ou en s'intéressant à des marqueurs particuliers de la langue afin d'extraire un type particulier de relations [HEA 97], [LEP 98], [JIN 99].

Lorsque le thésaurus est utilisé lors de l'expansion automatique des requêtes, Mandala et al [MAN 99] montrent que chacune des méthodes prises indépendamment augmente la précision des réponses, et que le meilleur résultat est obtenu par combinaison de deux ou plusieurs thésaurus, [NIE 97], chacun couvrant un champs particulier de la connaissance. Pour engager un dialogue avec un utilisateur afin de mieux cerner son besoin, il faut envisager de mettre à sa disposition ce type de connaissances, de l'aider à utiliser ces connaissances de façon à favoriser au mieux son parcours thématique. Un véritable dialogue entre l'utilisateur et le système afin de lui faire préciser son besoin d'information, doit intégrer des méthodes de bouclage de pertinence et/ou d'utilisation d'un thésaurus en intégrant dans la boucle l'interaction avec l'utilisateur.

### **6.3.3. Les stratégies de recherche et les modèles de pertinence**

Des études récentes ont été menées afin de réduire le fossé existant entre la « pertinence système » et la « pertinence utilisateur ». On se trouve toujours en face du problème bien connu de la mauvaise définition par l'utilisateur de ses objectifs de recherche (ill-defined target) les recherches les plus anciennes sont de Oddy [ODD 77] et de Belkin [BELK 82]. Plus tard, Ingwersen [ING 88] a classifié les activités de recherche d'information des utilisateurs. Des études récentes ont été faites [SAI 98], afin de définir un modèle cognitif pour des recherche dont le but est mal défini. Les auteurs soulignent que pour une recherche sur le Web, deux types de problèmes apparaissent. D'une part, l'utilisateur ne sait pas *où* trouver l'information qu'il désire : localisation inconnue mais but défini ; d'autre part, l'utilisateur ne sait pas quelle est l'information spécifique qu'il cherche : but mal défini. Une expérimentation complète a été faite auprès d'utilisateurs correspondant à ces deux types de stratégie de recherche. Leur observation, après analyse des résultats, est que, même si l'utilisateur a un but de recherche mal défini, il est capable, s'il est guidé, de mieux structurer ses objectifs et de les compléter. Cependant son taux de satisfaction reste peu élevé. Les auteurs concluent que pour aider les activités de recherche sur le Web il est indispensable de spécifier le processus cognitif de l'utilisateur pour exprimer son besoin et d'analyser plus précisément son degré de satisfaction.

Les travaux de Denos [DEN 98] s'inscrivent dans cette problématique en définissant un modèle de pertinence pour l'interaction. Ce modèle fournit un contexte pour recueillir le plus d'informations possibles de l'utilisateur que ce soit au



niveau de la formulation que de la reformulation de ses requêtes. Le schéma conducteur de ce modèle est de définir des facettes de critères pour l'utilisateur de façon à ce que le système soit capable de classer ses réponses. Le regroupement des documents en classes permet à l'utilisateur d'effectuer une opération mentale qui relève de sa compétence [HOW 94] : identifier les similarités entre documents d'une même classe et les différences entre les documents appartenant à des classes distinctes. Cette phase lui permet d'appréhender le sens que le système associe à l'expression fournie en entrée, à travers les documents eux-mêmes. Le bouclage de pertinence peut alors se situer au niveau de l'expression et de son interprétation par le système via les classes de pertinence, plutôt qu'au niveau des documents pris un à un comme c'est le cas de la reformulation classique. L'interface devient ainsi le lieu de confrontation entre le sens que l'utilisateur veut exprimer et le sens que le système est capable de produire en réponse aux critères exprimés.

Cela passe par la définition de ce que Denos [DEN 97b] appelle un *schéma de pertinence* qui permet d'exprimer un certain nombre de critères de pertinence au système. D'une manière générale, un schéma de pertinence comprend un certain nombre de paramètres : les *paramètres sémantiques* ou *critères de pertinence*, relatifs à la sémantique de la relation de pertinence qu'un terme doit entretenir avec les documents et les *paramètres pragmatiques* qui déterminent, d'une part, la façon dont les critères de pertinence doivent se combiner dans les documents, et d'autre part, la façon dont les documents retrouvés sont présentés dans l'interface.

Au fur et à mesure que le schéma de pertinence formulé par l'utilisateur se développe, le type de la recherche est exprimé au moyen d'un certain nombre d'indices. Ces indices doivent être recueillis et utilisés par le système. Parmi ces indices, on trouve les indications fournies par les termes employés par l'utilisateur pour exprimer sa requête (niveau de généralité, spécificité des termes), ainsi que les critères de pertinence associés à ces termes (paramètres sémantiques du schéma) et les indices liés aux informations de pertinence fournies par l'utilisateur en retour sur la réponse courante du système (relevance feedback). Les indices recueillis dans ce contexte interactif doivent être utilisés pour réaliser les choix stratégiques intervenant dans le déroulement de la session, choix qui impliquent l'engagement d'un dialogue spécifique d'aide à la reformulation [DEN 97a]. Cette solution apporte la souplesse et la finesse qui manquent aux approches adaptant le système en fonction d'un ensemble prédéfini de profils d'utilisateurs.

Un des champs d'activité actuelle est d'aider l'utilisateur à réaliser une utilisation optimale d'un SRI en tenant compte de ses limites, et cela au moyen d'une véritable interaction entre l'utilisateur et le système. Les informations recueillies au cours d'une session doivent être mises à profit par le système pour s'adapter à la situation courante de recherche d'information dans le cadre d'un dialogue avec l'utilisateur.

Compenser les limites des SRI par une interaction, consiste à « soutenir » l'utilisateur dans ses activités de recherche d'information, afin de l'aider à exprimer sa requête, de l'assister dans sa stratégie d'utilisation du système et de lui permettre d'évaluer de façon détaillée les réponses du système au moyen d'un dialogue afin de guider l'utilisateur vers une reformulation. Nous pensons que la première préoccupation est de faire coopérer le système et l'utilisateur tout au long de la session de recherche, pour produire du sens. La coopération intervient à chaque étape du cycle d'utilisation, soit :

- dans la formulation pour obtenir la meilleure expression possible du problème d'information (négociation du sens et négociation du but) ;
- dans la perception et la compréhension de la réponse à travers une présentation multimodale adéquate des documents et des informations complémentaires (présentation explicative de la réponse du système) ;
- au cours de la navigation parmi l'ensemble des réponses pour permettre à l'utilisateur de s'orienter et de structurer les éléments qui lui serviront à reformuler sa requête (orientation et collecte de jugements de pertinence expressifs) ou à continuer de naviguer plus efficacement.

Nous nous focaliserons, dans les paragraphes suivants, sur ces problèmes que peuvent résoudre les techniques de dialogue homme machine.

#### **6.4. Navigation versus Dialogue**

Déjà avec les corpus hypermédia « fermés » des années 80, les recherches avaient mis en évidence des difficultés spécifiques de la navigation [CON 87]. Ces problèmes ont pris une nouvelle dimension avec l'arrivée – au début des années 90 – du Web. On peut cependant les ramener à deux grands types de problèmes : la désorientation et la surcharge cognitive. Chaque type de problème a été l'objet d'études spécifiques [CAS 96], [SOU 96], [CAR 96].

La *désorientation* provient de l'absence de repères des usagers lorsqu'ils parcourent les sites sur les réseaux : ils ont besoin de savoir d'où ils viennent, où ils sont et comment se rendre d'un endroit à l'autre. Trois niveaux de difficultés ont été mis en évidence : (1) la navigation dans l'espace logiciel - c'est le fonctionnement du système hypertexte qui n'est pas connu, l'utilisateur ne sait pas ce qu'il faut faire, (2) la navigation dans l'espace conceptuel - ce sont les catégories qui organisent l'information qui ne sont pas familières, l'utilisateur n'arrive pas à rentrer dans le système conceptuel des multiples auteurs, (3) la navigation dans le texte - c'est le cheminement dans les liens hypertextuels qui n'est pas familier, l'utilisateur perd le fil de sa navigation [BAL 96].

La *surcharge cognitive* est liée aux nombreuses décisions que doit faire l'utilisateur lorsqu'il parcourt un hypermédia : quels liens faut-il suivre, comment retrouver ceux qui l'intéressent parmi ceux qu'il a parcourus ou parmi ceux qu'il lui reste à parcourir. La lecture hypertextuelle s'avère hautement spécialisée et requiert des schèmes de lecture spécifiques. « L'utilisation d'un système d'hypertexte suppose que le lecteur soit en mesure de gérer son propre parcours dans l'information » [ROU 97, p. 165]. On constate un manque de stratégies opératoires, une perte des repères discursifs normalement présents avec le texte imprimé. Existe-t-il des modes de lecture/compréhension, et des stratégies, qui seraient spécifiques aux hypertextes ? L'utilisateur doit pouvoir trouver l'information qu'il recherche en naviguant à travers des liens et des nœuds. Ses tâches de recherche d'information exigent qu'il accède 'intelligemment' à l'information pertinente : ce qui suppose des capacités telle que aller d'un endroit à un autre, identifier le document atteint, l'évaluer, le ranger ou mémoriser son adresse, et faire les liens avec d'autres documents et informations. Castelli et al. [CAS 96] ont identifié six variables cognitives clés dans la navigation en hyper-espace : efficacité intellectuelle, capacité analytique, flexibilité analytique, capacité de synthèse, raisonnement abstrait, indépendance du champ cognitif. La navigation s'avère un processus complexe.

Pour résoudre ces problèmes de navigation, on a d'abord cherché des solutions du côté d'une restructuration des corpus. Si dans les systèmes hypermédia fermés, on a pu améliorer la conception du réseau de nœuds et liens dans lesquels les usagers naviguent, ces solutions ne s'appliquent que très partiellement au Web : on peut en effet structurer un site institutionnel par exemple (parce qu'il est géré par un modérateur local) pour y faciliter la navigation, mais on ne peut pas imposer de structure au réseau des liens qui conduisent à ce site. Les logiciels de navigation tel Navigator de Netscape ou Explorer de Microsoft proposent des fonctionnalités comme l'historique et les « bookmarks » ; mais ces procédés techniques s'avèrent être des aides insuffisantes pour pallier les difficultés de l'utilisateur. De plus les représentations que se font les usagers d'un système hypertextuel [BEL 97] dans son ensemble, ou des hypermédiats spécifiques qu'ils parcourent, sont très variables d'une personne à une autre. Dans ce contexte les solutions passent sans doute par un développement des outils techniques et des compétences des usagers. C'est cette perspective qu'adopte le projet HALPIN décrit ci-après, en proposant une « instrumentation » [RAB 95] de l'activité dynamique et évolutive de recherche d'information qu'implique l'usage de l'hypermédia et du Web.

### ***Qu'apporte le dialogue ?***

L'approche dialogique se distingue de la navigation dans la mesure où l'on formule directement ce que l'on désire : l'accès est plus immédiat si l'on sait formuler sa demande (par rapport à la navigation qui consisterait à faire du porte à porte pour rechercher une personne et à sonner pour voir qui répond, la métaphore

serait ici de crier dans la rue pour savoir si cette personne y habite). Le problème n'est plus de se repérer mais de respecter et de maîtriser le code de communication (mots, énoncés, conventions linguistiques, etc.). On peut supposer qu'après un rapide apprentissage, ce sera le cas pour un dialogue en langue naturelle (ou un sous-langage spécialisé) [SCH 97]. On attend donc de ce dernier, un allègement de la charge cognitive par une prise en charge de l'interaction et de la coopération [ROU 99] afin de :

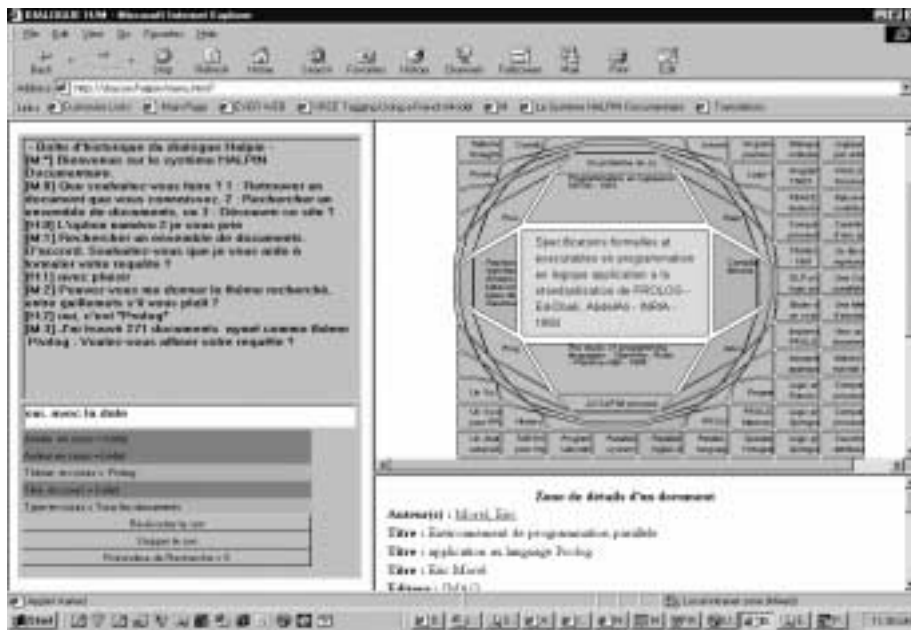
- rendre l'interaction plus souple par l'usage du langage naturel et des représentations graphiques,
- permettre un guidage efficace des utilisateurs par focalisation sur un thème ou un sous-thème donné, par élargissement ou affinement, thématique,
- permettre la formulation de requêtes imprécises : un nom d'auteur incomplet, une date approximative, etc.
- permettre l'usage de procédés tels que la reformulation, l'auto-correction, la clarification, etc. qui allègent la charge cognitive de l'utilisateur dans la mesure où il peut continuer à réfléchir tout en formulant sa demande,
- permettre un retour simple et direct aux documents déjà visités qui allège la charge cognitive de l'utilisateur en remplaçant un processus de rappel mémoriel par un processus de « dialogue ».

En Dialogue Homme-Machine (DHM), la robustesse des modèles de dialogue ainsi que la confrontation des prototypes à une utilisation réelle (hors laboratoire) demeurent des éléments importants pour valider toute nouvelle approche du problème. En effet, un système de DHM en LN doit pouvoir analyser et générer des énoncés aussi bien à propos de la tâche elle-même que du dialogue à propos de la tâche. En d'autres termes, un système sera jugé non seulement sur ses capacités dialogiques intrinsèques, mais également sur ses aptitudes à donner du sens à ce que dit son interlocuteur. A la question « Avez-vous l'heure ? », un système performant doit comprendre qu'il ne suffit pas de répondre par oui ou par non. Cela implique une certaine connaissance du monde et des objets qui le composent, pour une tâche donnée.

### **6.5. Accès aux informations : le système multimodal HALPIN**

Le système HALPIN (Hyperdialogue avec un Agent en Langage Proche de l'Interaction Naturelle), que nous avons développé [ROU 98a ; 98b ; 98c], vise un meilleur accès aux informations par une interaction multimodale. La multimodalité est ainsi entendue à travers les modes d'entrée et de sortie des informations, en entrée, la parole, le texte écrit, les désignations graphiques (menus, boutons), et en sortie, la parole, le texte, le graphique en « œil de poisson » (voir fig. 6.2.). HALPIN utilise un niveau de dialogue multimodal ayant une composante en langage naturel

écrit et/ou parlé. Il a été conçu dans un premier temps pour la recherche de documents *structurés*, puis, dans un deuxième temps, pour la recherche d'informations sur le Web (nous avons choisi de nous limiter aux documents structurés, pour éviter de faire une analyse de contenu des documents parcourus. Cette limitation n'est pas un obstacle à la généralisation du système pour tous types de documents ou de pages Web).



**Figure 6.2.** Interface du système HALPIN documentaire, intégré dans un navigateur Microsoft. La fenêtre utile est divisée en quatre zones : la zone en haut à gauche contient l'historique du dialogue, celle du bas à gauche contient l'interface langagière d'entrée, la zone en haut à droite contient la présentation des documents en « œil de poisson » [VER 97] dans lesquels il est possible de naviguer, et la zone du bas à droite, les documents sélectionnés par navigation ou par dialogue.

La multimodalité est aussi entendue dans HALPIN du point de vue des modalités d'accès aux informations ; il utilise les deux modalités de recherche d'information : *par navigation*, et *par dialogue*. Il s'inscrit donc dans une double perspective d'interaction homme-machine : coopérative par le dialogue et réactive en navigation. Vu par l'utilisateur, le système joue, d'une part, le rôle d'un bibliothécaire qui sait *où* se trouve un ouvrage, sait *comment* aller le chercher (mais ne sait pas ce qu'il contient), et joue, d'autre part, le rôle d'une bibliothèque en libre service où il est permis de butiner soi-même. HALPIN n'a pas de compétence sur le domaine ou le

thème de l'ouvrage et ne vise pas à en acquérir, bien que de telles connaissances soient certainement utiles dans sa tâche de recherche. HALPIN n'est pas non plus un documentaliste qui saurait réunir, de lui-même, une liste d'ouvrages en vue d'une étude déterminée ou sur un thème précis. Il n'a pas la mémoire de recherches passées. Le système HALPIN est donc essentiellement un *assistant dans la recherche immédiate et dans la collecte* : il permet à un utilisateur du Web de dialoguer en langue naturelle avec une machine afin d'effectuer une recherche documentaire. Les hypothèses de travail de conception sont :

- le système se comportant comme un assistant dans la tâche de recherche documentaire, il ne doit pas être trop intrusif mais suffisamment coopératif ;
- l'utilisateur peut dialoguer de manière multimodale (parole, écrit, geste de désignation), le niveau de langue ne devant pas être trop contraint ;
- l'utilisateur peut naviguer de manière exclusive ou alternée avec le dialogue ;
- le système a la capacité de s'adapter à son interlocuteur (niveau d'habitude, handicaps éventuels).

#### **6.5.1. Limites intrinsèques du système HALPIN**

Les contraintes d'utilisation sont liées aux médias d'interaction : parole et/ou clavier. Il est certain que la qualité du module de reconnaissance vocale est primordiale ; nous avons choisi le système ViaVoice d'IBM pour des raisons de disponibilité sur le marché. Ce système est plutôt conçu pour la dictée vocale, il ne remplit donc pas toutes les exigences nécessaires au dialogue homme-machine (il interdit par exemple l'élocution spontanée). Il est cependant d'un niveau de performance acceptable après une période d'apprentissage du locuteur. On peut également enrichir son vocabulaire pour une tâche particulière.

Une autre limite réside dans le temps nécessaire au système pour formuler une réponse aux énoncés des utilisateurs. Nous verrons plus loin que compte tenu des différents traitements effectués et des débits actuellement disponibles sur les réseaux, ce temps d'attente n'est pas si élevé qu'il y paraît. En quelques secondes, le système analyse l'énoncé (sur un serveur distant), fait émerger les concepts reconnus, interroge la base documentaire de l'INRIA (toujours à distance), analyse les résultats obtenus, génère une réplique adaptée (selon le but, le type d'utilisateur, la stratégie en cours, l'historique, etc.), synthétise vocalement cette réponse, et l'envoie à son destinataire en même temps que les messages (réponses textuelle et hyperliens) destinés à l'affichage graphique pour le navigateur. Nous sommes évidemment dans un système multi-utilisateurs, ce qui signifie que le système HALPIN gère simultanément plusieurs connexions avec des interlocuteurs différents. De fait, les utilisateurs ne prennent pas forcément conscience de ces

aspects techniques, et jugent souvent l'interaction avec la machine comme étant trop longue et par transitivité, peu naturelle, puisque moins spontanée.

Enfin, une autre limite a été constatée : la couverture du langage naturel dépasse souvent les capacités du système opératoire, de sorte que certaines commandes sont parfaitement interprétées par le système HALPIN mais impossible à exécuter. C'est le cas pour ces quelques exemples :

– « Imprime moi les 3 dernières listes de résultats » (cause : impossible de déclencher une impression sur une imprimante distante).

– « et bien alors donne moi tout depuis 75 » (cause : l'interrogation par requête à la base de données de l'INRIA ne prévoit pas la formulation de fourchettes de dates comme 1975-1999).

– « Tu aurais pu faire un tri au moins » (cause : impossible d'effectuer un tri de pertinence des résultats obtenus dans la base de données de l'INRIA).

Dans ces circonstances, le système explique à l'utilisateur que sa phrase a bien été comprise, mais que l'opération correspondante ne peut pas être effectuée.

### **6.5.2. Conception du système**

La méthode de conception d'HALPIN a suivi un cycle de développement en spirale : après analyse de l'usage et des fonctionnalités<sup>2</sup> nous avons développé une maquette que nous avons améliorée au fur et à mesure des tests. On remarque, en effet, que l'étude de la communication homme-machine ne peut se fonder uniquement sur le modèle de communication homme/homme même finalisé, car bien des phénomènes différents surviennent dans l'interaction homme-machine ; on se trouve ainsi en présence d'un problème circulaire [SIR 89] : celui de disposer de données pour réaliser un système qui n'a pas encore produit ces données.

Ces insuffisances des connaissances et des modèles actuels constituent l'un des obstacles majeurs des recherches visant à la conception et à la mise en œuvre d'interfaces de dialogue en langue naturelle. Les expériences de type magicien d'Oz [DAH 93], par exemple - où un compère humain simule les comportements de la machine à l'insu des usagers - demandent beaucoup d'effort d'organisation et ne sont jamais à l'abri de biais expérimentaux. La méthode que nous avons choisie est donc la suivante :

---

<sup>2</sup> Cette analyse, non décrite ici, a consisté en une analyse d'usage auprès d'étudiants à la médiathèque de l'IMAG à Grenoble. Une série d'étudiants a été observée en situation et interviewée par une méthode d'enquête.

- développer un système initial puis l'améliorer progressivement au vu des résultats que l'on obtient en utilisation réelle,
- en recueillant des corpus via le Web [MEI 98] où le DHM est réel (et crédible) avec un temps de réponse instantané (sauf lenteur du réseau Internet).

Le problème de la première maquette se pose de manière critique. Il s'agit pour démarrer de fixer :

- quel est le modèle de dialogue le plus adéquat ? en termes de stratégies de dialogue et de représentations des connaissances sur le domaine de la tâche,
- quel est le système linguistique utilisé ? en termes de concepts.

Pour étudier la représentation des connaissances documentaires des utilisateurs, nous avons procédé à une analyse de la tâche. Cela nous a permis de capturer les représentations conceptuelles du sujet et d'y associer les énoncés utilisés. Puis nous avons fait une analyse sémantique en classes de concepts, de façon à regrouper les items en champs conceptuels et à vérifier qu'ils peuvent être des déclencheurs pertinents pour la tâche. Enfin, pour ceux qui le sont et qui sont portés par des énoncés complexes, nous avons réduit l'analyse des énoncés à une analyse conceptuelle afin de modéliser le niveau de compréhension du système. Il a été possible alors d'incrémenter le système de dialogue en lui ajoutant de nouvelles possibilités de compréhension et de tenir compte des stratégies observées. Le système de dialogue a été soumis à épreuve auprès d'utilisateurs et les résultats ont été analysés de nouveau. Le processus incrémental a tourné ainsi jusqu'à convergence ou du moins jusqu'à un certain degré de stabilité et de robustesse du système.

Dans la phase préliminaire nous avons orienté le système HALPIN vers la collecte de connaissances sous forme d'un jeu interactif (diffusé sur Internet) en utilisant la technique du *jeu des questions* (il s'agit de faire deviner à quelqu'un, un objet que l'on a choisi mentalement, en ne répondant à ses questions que par oui ou par non). Cette technique, utilisée en psychologie expérimentale, permet généralement de repérer l'arbre des concepts que se représente le sujet. Après un recueil d'un millier de dialogues environ, nous avons pu dégager cet arbre de concepts et effectuer des analyses de dialogue et des analyses linguistiques (thématique, sémantique, syntaxique). Il en ressort principalement que :

- Les concepts d'ouverture et de clôture de dialogue (concepts dits de *dialogue*) sont peu présents dans ce corpus. Ce phénomène est sans doute dû au fait que le dialogue est à l'initiative de l'utilisateur. Le fait d'être sur le Web accentue cet effet, puisque l'on peut quitter un site aussi vite que l'on y est entré, par un simple clic souris.
- Les concepts de clarification sont marqués par des questions.



– Le concept de thème (concept dit du *domaine*) est souvent marqué par un substantif : « quel est le *sujet* du livre ? », « quels sont les *mots-clés* ? », « donne moi le *thème* du bouquin », mais aussi des phrases du type « de quoi ça parle ? » où ce n'est que le verbe qui peut fournir une information sémantique.

– Les autres concepts du domaine (auteur, date, éditeur, type de document, etc.) sont également marqués par des substantifs ou des formules toutes faites.

– Les concepts du domaine sont ordonnés dans la tâche : la plupart du temps le sujet fait référence au thème, puis à l'auteur et aux dates de parution. Il ne mentionne que rarement l'éditeur.

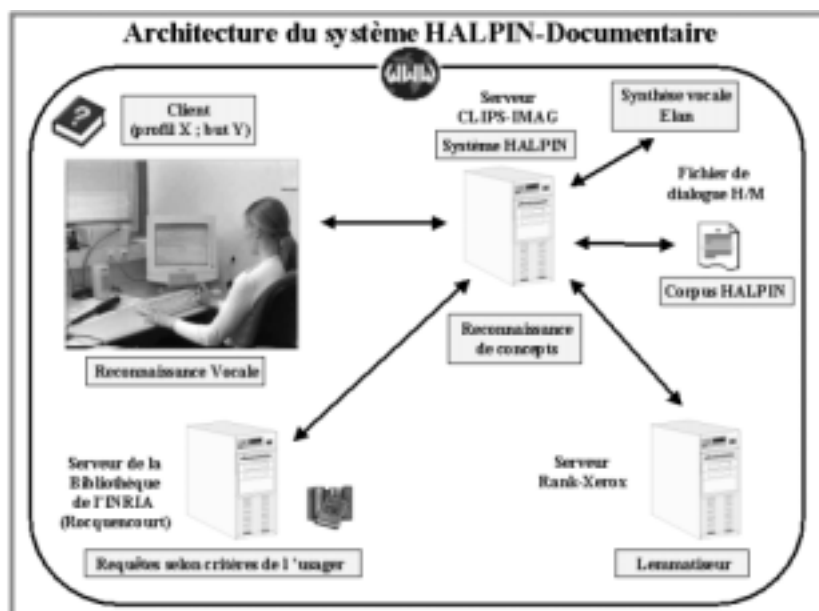
– En ce qui concerne le concept de confirmation (concept dit *linguistique*), on retrouve dans 79,63% des cas la lexie « oui ». Notons par exemple que 28 % des alternatives au « oui » comportent la locution « pourquoi pas » pour exprimer une approbation. Pour le concept d'infirmité, le vocabulaire se limite à trois termes principaux : « non » (66 occurrences, soit 13,58% de présence dans le corpus), puis « ne » et « pas » (33 et 37 occurrences, soit 6,79 et 7,61%).

Un total de 162 verbes les plus fréquents, a été identifié sur l'ensemble du corpus enregistré. On note bien entendu une importante présence des verbes d'états : respectivement 24,07 et 87,45% pour les auxiliaires « être » et « avoir ». On retrouve également les verbes de la tâche, comme chercher, rechercher, connaître, trouver, etc. Plus généralement, en comparant ces résultats avec d'autres corpus de dialogues Homme-Machine, on peut confirmer que le vocabulaire employé est souvent en étroite relation avec la tâche à réaliser [FRE 88].

### 6.5.3. Réalisation du système HALPIN

Le système réalisé s'appuie sur un ensemble de modules implémentés sur différents serveurs distants communiquant sous le protocole IP (on utilise des logiciels du commerce, des logiciels en libre service et des logiciels développés pour HALPIN). L'application finale tourne dans un browser sous environnement Unix, PC, Mac, ou tout autre système supportant un navigateur gérant les applets Java. La figure 6.3 présente l'architecture générale du système HALPIN-documentaire. Les modules sont :

– *La reconnaissance de la parole* : est fournie par le système ViaVoice d'IBM. Ce module (sous licence) doit être installé sur la machine cliente. Il délivre en sortie une chaîne de caractères que l'utilisateur peut encore corriger à son gré avant de la valider. S'il ne dispose pas de ce logiciel, il peut entrer toutes les requêtes au clavier. Au laboratoire nous disposons également du logiciel propriétaire RAPHAEL [AKB 98].



**Figure 6.3.** Architecture du système HALPIN : la requête est collectée sur un poste de travail local puis envoyée au serveur de dialogue Halpin qui utilise des ressources propres (reconnaissance vocale, gestion du dialogue et synthèse vocale) et des ressources distantes (lemmatisateur et base de données documentaire ou Web). La réponse (document trouvé ou acte dialogique suivant) est renvoyée à l'utilisateur sur son poste de travail.

- *L'analyseur morphologique* : est fourni par le serveur du Centre de Recherches de XEROX [GAU 97] auquel on accède de manière distante. Ce module délivre la forme lemmatisée de chacun des mots de la source d'entrée.

- *La compréhension par concepts* : est un module développé dans le cadre d'HALPIN [ROU 98a]. Il fournit une structure de traits à partir d'une analyse conceptuelle de la source lemmatisée.

- *Le contrôleur de dialogue* : a été également développé dans le cadre d'HALPIN [ROU 98b]. Il permet de gérer les tours de parole et l'avancée dans la tâche.

- *La génération des énoncés* : est un module qui s'appuie sur un modèle de génération à "trous".

- *La synthèse vocale* : est le système de la société française Elan informatique. Ce module fonctionne en serveur. Contrairement à la reconnaissance, l'utilisateur n'a pas besoin de l'installer sur sa propre machine.

– *L'interface graphique* tourne sous un browser comme Internet Explorer ou Netscape.

– L'accès à la base de données documentaire de l'INRIA se fait de manière distante sur le serveur dédié de l'INRIA.

Nous détaillons ci-après les modules développés dans le cadre d'HALPIN : la compréhension par concepts et le contrôle du dialogue.

#### 6.5.3.1. *La compréhension par concepts*

Cette méthode de compréhension est une méthode *top-down* bien connue, elle a l'avantage d'être robuste pour des langages finalisés contraints par la tâche car elle permet de ne pas analyser totalement l'énoncé (cela permet de tolérer les erreurs d'insertion introduites par le système de reconnaissance, et certaines erreurs de substitution ou de déletion). Cela consiste à présupposer une intention communicative et à guider l'analyse par recherche de segments-clés ou de mots-clés. Par exemple avec le but présupposé DEMANDER(DOCUMENT), l'énoncé "Donne-moi un ouvrage de Baudelaire" sera analysé comme : Donne-moi = DEMANDER, ouvrage = DOCUMENT, Baudelaire = AUTEUR, les autres mots de l'énoncé n'étant pas consommés par l'analyse. La structure de traits (attributs/valeurs) issue de l'analyse sera donc : HOMME(DEMANDER(DOCUMENT(AUTEUR = Baudelaire))). Evidemment, si l'on n'y prête pas garde l'énoncé "Donne-moi un ouvrage *sur* Baudelaire" sera analysé selon les mêmes termes au lieu de HOMME(DEMANDER(DOCUMENT(THEME = Baudelaire))). On voit donc toute l'importance de :

- Faire les bonnes hypothèses sur les buts communicationnels,
- Faire une bonne sélection des mots pertinents dans l'énoncé.

Les hypothèses sur les buts communicationnels ne relèvent pas du module de compréhension lui-même mais plutôt du module de contrôle du dialogue : c'est ce dernier qui est en effet capable de prédire les énoncés de l'utilisateur à chaque tour de parole. Par contre la sélection des mots pertinents de l'énoncé relève bien du module de compréhension. On procède pour cela en deux étapes :

- Recherche d'expressions typées à l'aide d'un dictionnaire, pour construire des hypothèses de structures de traits
- Recherche de marqueurs grammaticaux (prépositions, négations, etc.) pouvant compléter ou orienter la structure de traits (comme l'exemple ci-dessus où *sur* oriente plutôt vers le trait *thème* que vers le trait *auteur*).

Cette méthode en deux étapes, constitue la base du processus de compréhension que nous détaillons maintenant.

### *Des concepts aux actes*

On a donc collecté dans un énoncé tous les concepts possibles. Il s'agit maintenant de les assembler pour former une structure de traits. On utilise une grammaire sémantique à balayage gauche-droite. Les actes possibles sont les suivants : Ordonner ; Suggérer ; Confirmer ; Infirmer ; Demander ; Aider ; Saluer ; Insulter ; Remercier ; Alerter ; Justifier ; Commander ; Promettre ; Informer. Ainsi l'énoncé "oui d'accord, merci, je souhaite rechercher par nom d'auteur" donnera la suite d'actes structurés suivants :

HOMME(CONFIRMER)+HOMME(REMERCIER)+HOMME(DEMANDER(CRI  
TERE=AUTEUR))

Ces trois actes seront exécutés en séquence dans le cours du dialogue. On remarquera que cette technique permet de traiter les autocorrections "oui, d'accord, attendez... non" par HOMME(CONFIRMER)+HOMME(INFIRMER), mais ne permet pas de traiter les ambiguïtés ou les contradictions comme "oui et non", "oui, mais je ne suis pas d'accord".

#### 6.5.3.2. *La gestion du dialogue*

Le modèle de dialogue que nous avons choisi pour HALPIN, est un modèle de dialogue à stratégie dynamique, pour apporter à la recherche d'informations les avantages décrits au §6.3. Le modèle utilise trois stratégies<sup>3</sup> :

– *Directive* pour les phases d'ouverture, d'introduction et de clôture (c'est-à-dire à initiative de la machine). Pendant la phase d'ouverture on tente de connaître le but de l'utilisateur et on lui demande le niveau d'assistance qu'il préfère (au moins au départ). C'est une phase importante pour la réussite de la suite du dialogue.

– *Réactive* pour les usagers qui le souhaitent. On fait ensuite l'hypothèse que ces utilisateurs savent ce qu'ils cherchent et comment l'obtenir. Il n'y a donc pas lieu d'alourdir le dialogue de questions qui leur paraîtraient saugrenues.

– *Coopérative* pour les usagers qui le souhaitent. On suppose ici que ces usagers ne maîtrisent pas leur environnement de recherche soit au niveau de la tâche elle-même, soit au niveau de l'interface.

Pour la mise en œuvre du contrôleur de dialogue, nous nous sommes inspirés du modèle COR (Conversational Roles) de [STE 95]. *As information seeking and*

---

<sup>3</sup> La stratégie directive est guidée par les buts de la machine : connaître le but de l'utilisateur et son niveau d'assistance. La stratégie coopérative est guidée par les buts de l'utilisateur que la machine tente d'inférer des actes de dialogue, tandis que la stratégie réactive est dirigée par les données, c'est-à-dire ici par les énoncés de l'utilisateur, autrement dit par les concepts identifiés par la machine.

*retrieval are interactive processes, we believe that providing a flexible and co-operative human-machine dialogue is a complementary way to improve information retrieval systems* [BAT 95]. Ce modèle propose des séquences de dialogues *idéales* et *alternatives*. Par exemple, un dialogue entre A (qui demande de l'information) et B (qui en fournit) est formalisé comme suit :

Demande (A,B) => promesse (B, A) + information (B,A) + test-satisfaction (A,B)

Ce modèle peut être amélioré en intégrant au sein du processus interactif des données relatives à l'utilisateur et à ses stratégies. Notre modèle est dérivé de celui de Stein [STE 97] mais augmenté par la prise en compte des buts et du niveau de compétences de l'usager, de sorte que le système puisse adapter ses réponses au niveau d'assistance utilisateur et à la tâche en cours. Le modèle que nous proposons pour la demande, est le suivant (il en serait une formulation similaire pour les autres actes de parole) :

HOMME(DEMANDER)/[NIVEAU D'ASSISTANCE(HOMME)+BUT(HOMME)]  
=> MACHINE (PROMETTRE) + MACHINE(INFORMER) +  
MACHINE{JUSTIFIER + SUGGERER}

Les notations [ ] signifient en "contexte de" et { } présence facultative.

Ce qui se lit : la réponse à une demande de HOMME par MACHINE est conditionnée par le niveau d'assistance de HOMME et son but. Cette réponse sera constituée d'une promesse (mise en attente), d'une information sur l'objet de la demande et éventuellement suivie d'une justification et d'une suggestion coopérative pour le tour de parole suivant. Le modèle de dialogue utilisé adopte donc des stratégies différentes en fonction du niveau d'assistance de l'utilisateur et du but.

## 6.6. Résultats

Les résultats que nous exposons ici sont plus d'ordre qualitatif que quantitatif. Nous exposons tout d'abord des résultats portant sur l'évaluation du dialogue vs la navigation, puis nous présentons les tendances qui se dégagent quant à la satisfaction des usagers lors de l'utilisation d'HALPIN sur le Web.

### 6.6.1. Résultats portant sur le dialogue vs. navigation

L'objectif est d'évaluer l'aide apportée par le dialogue et la navigation. L'hypothèse *a priori* est que le dialogue doit permettre une recherche plus efficace et qu'en second lieu la classification thématique des documents retournés par le système, doit améliorer la navigation. Aucune hypothèse n'est faite sur la supériorité

de l'une ou de l'autre méthode d'accès. Le test d'évaluation est fait auprès de sujets soumis à 4 exercices de recherche documentaire, sans limite de temps. Un expérimentateur donnait en début de séance la liste écrite des exercices à faire et quelques informations sur le fonctionnement du système, puis restait dans la salle avec le sujet, mais ne devait plus intervenir, sauf en cas de problème technique. Le but de l'expérimentation est de comprendre dans quelles circonstances l'utilisateur utilise plus volontiers un dialogue qu'une navigation, ou l'inverse. Les 10 sujets retenus sont des étudiants : les 3/4 sont des hommes et la plupart - 83,33 % - disent posséder de bonnes connaissances en informatique. Voici les résultats obtenus avec les 10 sujets.

**1<sup>er</sup> exercice** : il a pour but de tester la recherche précise d'un document. La consigne donnée aux sujets est : « Rechercher le titre d'un *rapport* (type de document) écrit par *Pierrel* en 1992 ». Le temps moyen pour effectuer cet exercice a été de 6,23 min. 2 sujets ont utilisé uniquement le dialogue, les 8 autres ont d'abord dialogué puis ont navigué. Un seul a intercalé deux phases de dialogues avec deux phases de navigation. Cet exercice s'est soldé par 8 succès et 2 échecs (abandon).

**2<sup>ème</sup> exercice** : il a pour but de tester la recherche imprécise d'un document. La consigne donnée aux sujets est : « Recherchez un document ayant pour thème *parole* et édité par *l'INRIA* entre 1990 et 1993. ». Le temps moyen pour effectuer cet exercice a été de 9,17 min. Notons que l'information concernant l'éditeur était visible dans le détail d'un document, mais qu'il n'était pas possible de soumettre une requête sur ce critère à la bibliothèque électronique de l'INRIA. Les sujets ont tous utilisé le dialogue pour affiner leurs requêtes selon le critère année. Même en se rendant compte, au fil du dialogue, qu'il n'était pas possible d'interroger la base de données de l'INRIA avec une fourchette de date (90-93), ils ont quand même persisté à dialoguer, puis ont navigué, successivement, au sein des 4 représentations (une pour chaque année). On a ainsi détecté une moyenne de 53 clics sur la boule (mini : 28, maxi : 84) dans cet exercice.

A l'issue de ces 2 exercices, on peut affirmer que l'usage du dialogue ne dépend pas du but de l'utilisateur (recherche précise ou imprécise de document). L'usage du dialogue se fait préférentiellement à la navigation, celle-ci n'étant utilisée qu'en second lieu ou par substitution en cas d'échec.

**3<sup>ème</sup> exercice** : il a pour but de tester la recherche de plusieurs documents. Il se décompose en deux tâches relativement proches ; avec et sans utilisation de la représentation en « œil de poisson » (notée OP ci-après) :

– « Rechercher le nombre de documents écrits en anglais ayant pour thème *dialogue* » (avec OP). Là encore, il n'était pas possible d'effectuer une requête prenant en compte la langue du document recherché. L'OP permet de visualiser simultanément plusieurs ouvrages et aurait pu être utilisée de manière optimale en la

positionnant de manière à identifier rapidement si les titres des documents semblaient anglais ou pas. Or, on constate une moyenne de 32 clics (l'OP comptait 35 facettes dans cet exercice) ; c'est-à-dire que les sujets ont vérifié presque chaque fiche, en focalisant le centre de l'OP sur le polygone correspondant.

– « Rechercher le nombre de documents écrits en anglais ayant pour thème *discours* » (*sans* OP). C'était donc le même exercice mais avec une liste d'hyperliens à la place de l'OP. Le temps moyen pour réaliser cet exercice diminue sensiblement par rapport à l'exercice précédent (2,10 mn contre 4,38 mn). Les sujets ont expliqué qu'il était plus facile de dénombrer les documents dans la liste car on voyait 8 références simultanément à l'écran, que l'on pouvait immédiatement identifier leurs langues et que l'ascenseur permettait de faire défiler rapidement les 35 réponses pour compter le nombre de documents anglais demandés.

Cet exercice montre qu'une représentation en OP n'est pas toujours pertinente pour la navigation : il faut que la nature des données s'y prête.

**4<sup>ème</sup> exercice** : il a pour but de tester la recherche indirecte d'une information à propos d'un document. La consigne donnée aux sujets est : « Rechercher, dans les documents ayant pour thème la *programmation par objets*, 5 sous-thèmes (mots-clés) souvent proposés ». Il était possible de faire faire cet exercice à la machine en dialoguant avec elle, mais cela n'a pas été fait par les utilisateurs, soit parce qu'ils ne savaient pas que la machine pouvait le faire pour eux, soit parce qu'ils n'ont pas cherché à déléguer cette tâche. Ils ont donc tous procédé par navigation. On observe là encore 8 succès et 2 échecs. Cet exercice montre les limites cognitives dans l'utilisation du dialogue : l'utilisateur ne pense pas la machine capable de dialoguer de manière complexe.

Il apparaît sur l'ensemble des exercices que 41 % des usagers préfèrent la représentation en OP, les autres l'affichage traditionnel linéaire (liste d'hyperliens). La manipulation de l'OP à la souris est considérée comme difficile par 1/3 des personnes.

Le module intégré de synthèse vocale (Speech Engine de Elan Informatique [ELAN]) est probablement un fort incitateur de maintien du dialogue qui certainement biaise un peu les résultats. Nous devons encore analyser jusqu'à quel point le dialogue en langage naturel peut se substituer à une interaction Homme-Machine traditionnelle (clavier/souris), mais nous avons montré que, toute chose étant égale par ailleurs (sur une base de données identique), une interaction multimodale est une réponse efficace aux problèmes de désorientation, de surcharge cognitive, et d'évaluation de la pertinence des réponses du système. Les exemples de dialogues réels, figures 6.4 et 6.5, recueillis avec le système HALPIN montrent comment la machine se comporte dans le dialogue.

11:59:18:M0=Bonjour. Que souhaitez-vous faire ? Retrouver un document que vous connaissez, Rechercher un ensemble de documents ou Découvrir ce site ?  
12:00:03:H1=2  
12:00:15:M2=Rechercher un ensemble de documents. D'accord. Souhaitez-vous que je vous aide à formuler votre requête ?  
12:00:30:H2=oui  
12:00:37:M3=Pouvez-vous me donner le thème recherché, entre guillemets s'il vous plaît ?  
12:01:11:H3=karaoke  
12:01:28:M4=Vous pouvez soit me donner le thème entre guillemets, soit effacer le thème en cours. Ou bien dites Non pour passer à autre chose.  
12:02:05:H4=je cherche des documents sur le "karaoke"  
12:02:18:M5=Je n'ai pas trouvé de document ayant comme thème karaoke. Voulez-vous modifier votre requête ?  
12:03:51:H7=je veux chercher avec "synthèse" please  
12:04:09:M8=J'ai trouvé 398 documents ayant comme thème synthèse. Voulez-vous affiner votre requête ?  
12:05:28:H8=je veux l'année 1998  
12:06:01:M10=J'ai trouvé 12 documents de 1998 ayant comme thème synthèse. Voulez-vous affiner votre requête ?  
12:06:46:H10=je ne vois rien  
12:06:58:M11=Okay j'augmente la taille de la police.  
12:07:09:H11=efface tout  
12:07:24:M12=D'accord, tous les critères sont vides à présent. Faites un choix parmi les critères : Auteur, Titre, Thème, Année, ou Type de document.  
12:07:35:H12=auteur  
12:07:49:M13=Vous pouvez soit m'indiquer le nom de l'auteur, avec une majuscule, soit effacer l'auteur en cours. Ou bien dites Non pour passer à autre chose.  
12:08:08:H13=je veux Astrom  
12:08:22:M14=J'ai trouvé 5 documents avec comme auteur Astrom. Consultez-les sur la page de droite. Est-ce que cela vous convient ?  
12:10:20:H17=voui  
12:10:30:M18=Très bien, je suis heureux d'avoir pu vous aider dans votre recherche.

**Figure 6.4.** Extrait d'un dialogue du corpus HALPIN-Documentaire

Dans l'exemple de la figure 6.4, on observe bien entendu des tours de parole classiques à propos de la recherche d'informations, mais on en note également d'autres concernant l'interface, comme par exemple l'intervention *H10=je ne vois rien*, à laquelle la machine répond par *M11=Okay j'augmente la taille de la police*.



(...)

15:53:17:M=Rechercher un ensemble de documents. D'accord. Souhaitez-vous que je vous aide à formuler votre requête ?

15:53:43:H=ok

15:53:52:M=Pouvez-vous me donner le thème recherché, entre guillemets s'il vous plaît ?

15:57:02:H=je souhaite des références en intelligence artificielle

15:57:15:M=Vous pouvez soit me donner le thème entre guillemets, soit effacer le thème en cours. Ou bien dites Non pour passer à autre chose.

15:57:35:H=je veux des trucs en "intelligence artificielle"

15:57:58:M=J'ai trouvé 1204 documents ayant comme thème intelligence artificielle. Voulez-vous raffiner votre requête ?

15:58:18:H=oui, il y en a beaucoup trop mon pauvre

15:59:07:M=Le thème actuel est intelligence artificielle. On pourrait y ajouter par exemple : représentation connaissance ; langage naturel ; résolution problème ; apprentissage ; acquisition connaissance. Pour ajouter un thème, donnez le entre guillemets, sinon répondez Non pour passer à autre chose.

16:00:21:H=oui, voyons avec "langage naturel"

16:00:51:M=J'ai trouvé 174 documents ayant comme thème intelligence artificielle langage naturel. Voulez-vous raffiner votre requête ?

16:01:04:H=ben oui

16:01:23:M=Afin de raffiner, vous devez choisir parmi les critères : Auteur, Titre, Thème, Année, ou Type de document.

16:01:58:H=l'année 98

16:02:17:M=J'ai trouvé 4 documents de 1998 ayant comme thème intelligence artificielle langage naturel. Consultez-les sur la page de droite. Est-ce que cela vous convient ?

16:02:42:H=ouais, ça a l'air bon

16:02:51:M=Très bien, je suis heureux d'avoir pu vous aider dans votre recherche.

**Figure 6.5.** De 1204 à 4 réponses : la machine propose des thèmes proches de celui donné.

Avec l'exemple de la figure 6.5, on a typiquement un cas où le système HALPIN aide l'utilisateur de manière coopérative, en tenant compte de son but. On passe donc de 1204 réponses à 4 réponses par raffinement de la recherche. Pour cela, il lui propose des termes proches du thème initialement demandé, se focalise sur l'année voulue (il comprend que 98 signifie 1998) et s'informe de la satisfaction de l'utilisateur par rapport aux documents qu'il lui propose. Dans d'autres situations, il permet de retrouver l'orthographe correcte d'un auteur ou encore de n'obtenir que les documents les plus récents (sans préciser d'années), choses que les moteurs actuels de recherche d'informations ne font pas.

### 6.6.2. Résultats sur la satisfaction des utilisateurs

Les usagers qui se sont connectés au système HALPIN avaient la possibilité de répondre à un questionnaire d'évaluation, en ligne. Globalement, l'interaction dialoguée avec le système HALPIN est considérée, par les 19 personnes interrogées, comme bonne à 55,6 %, mauvaise à 33,3 % et très mauvaise à 11,1%. A la question « *Le dialogue avec la machine vous a-t-il orienté dans votre recherche ?* », 23,5 % ont répondu « Pas assez », 47,1 % « Suffisamment », et 29,1 % « Un peu ».

Les usagers déclarent à 58,7 % que le dialogue leur a permis de trouver ce qu'ils cherchaient (*en partie* : 23,5 % ; *un peu* : 17,6 % ; *totalement* : 17,6 %) contre 41,3 % n'ayant *pas du tout* retrouvé l'information recherchée. Le dialogue est perçu comme robuste pour la moitié des personnes interrogées, et 56,3 % ont apprécié l'aide apportée par la machine lors des interactions dialoguées.

La synthèse vocale utilisée est considérée comme « *très bonne* » pour 21,1 % des utilisateurs, « *bonne* » pour 47,4 % et « *mauvaise* » pour 10,5 % (21 % de sans opinion). Elle leur semble très intelligible (42,1 %) et moyennement naturelle (36,8 %). Les avis à propos de l'utilité du système, comparé à un formulaire traditionnel du Web, sont que dans l'ensemble, 41 % des personnes trouvent ce système moins utile qu'une interaction traditionnelle, 12 % la trouvent similaire et 47 % la trouvent meilleure.

Les temps de réponse du système, quant à eux, sont jugés comme étant *rapide* à 15,8 %, *acceptable* à 36,8 % et *trop long* à 47,4 %. La majorité des personnes ayant répondu sont des hommes (79 %). La plupart sont des informaticiens (58 %) (et 12 % de bibliothécaire). Notons enfin que les salariés sont représentés à 42 %, les enseignants et/ou chercheurs à 32 %, et les étudiants à 26 %.

### 6.7. Conclusion

Les progrès technologiques et la mise à disposition de grands volumes d'information complexes et hétérogènes obligent à définir des moyens d'accès intelligents. De plus en plus, la qualité de l'interaction avec le système de recherche d'information jouera un rôle important. L'utilisateur est plus efficace lorsqu'il peut composer avec ses cinq sens. Les systèmes existants sont statiques et monolithiques, même s'ils offrent des techniques sophistiquées pour supporter le processus de recherche. L'émergence récente du management de la connaissance (knowledge management) en milieu industriel contribue à élargir la vision du processus de recherche vers la découverte, l'élaboration, le partage et la réutilisation de connaissances. La recherche d'information ne doit plus être un phénomène essentiellement individuel et doit prendre en compte les aspects coopératifs et

collaboratifs de l'activité de recherche. Les travaux de Twindale [TWI 97] sont intéressants à ce titre et l'étude des différents types de collaboration constitue un point de départ pour ces recherches. Il faut donc définir des environnements permettant la collaboration et la coopération entre utilisateurs aussi bien de manière synchrone qu'asynchrone [SAN 98], afin qu'ils puissent partager et mettre en commun leurs requêtes et les résultats de leur recherche. La problématique est à l'heure actuelle surtout adressée du point de vue de l'interaction et conduit à la définition d'interfaces [GRA 98] [GLA 99], mais nous pensons que la problématique de la recherche d'information doit évoluer dans ce sens et conduire à plus long terme à la définition de nouveaux modèles intégrant cette dimension.

La dimension vocale (reconnaissance de la parole, dialogue et synthèse sonore) pourrait s'avérer précieuse comme support d'échange entre utilisateur collaborant à une recherche commune. Elle apporte en effet trois atouts majeurs :

- la possibilité d'utiliser la langue naturelle comme moyen d'interaction spontané, notamment en vue d'une plus grande richesse (et souplesse) d'expression,
- la conservation de l'habitude de la construction de la pensée à travers l'argumentation par le dialogue, notamment en maintenant toutes les ressources cognitives concentrées sur la tâche plutôt que sur le mode d'interaction,
- la possibilité de varier les modes d'interaction pour une meilleure efficacité dans la tâche (navigation opportuniste vs. dialogue coopératif finalisé).

Le système Halpin représente une première approche vers cette voie, pour illustrer notre propos. Nous l'avons appuyé sur un système de dialogue multimodal à composante orale (reconnaissance, dialogue, synthèse) en lui conservant la possibilité de navigation classique par liens hypertextuels. Il va de soi que des améliorations devront encore être apportées quant à la robustesse du système et à ses capacités de compréhension. Une meilleure gestion des procédés anaphoriques<sup>4</sup>, ainsi qu'une gestion des ellipses<sup>5</sup> ou des tropes<sup>6</sup> est à prendre en compte, car ils assurent la concision et la souplesse du dialogue en langage naturel. Mais plus que sur les problèmes d'ordre technique, c'est en matière de pertinence du modèle de l'utilisateur qu'il faut encore travailler. D'ores et déjà ce système illustre bien l'utilité d'une composante d'interaction multimodale pour la recherche d'information.

---

<sup>4</sup> L'anaphore est un mot renvoyant à un membre de phrase déjà énoncé.

<sup>5</sup> L'ellipse est l'omission d'un ou de plusieurs mots d'un énoncé sans altération du sens de l'énoncé.

<sup>6</sup> Un trope est une figure rhétorique consistant à employer un mot ou une expression en les détournant de leur sens propre.

## 6.8. Bibliographie

- [AKB 98] Akbar M., Caelen J., "Parole et traduction automatique : le module de reconnaissance RAPHAEL", *Proceedings COLING-ACL'98*, Montréal (Québec), p. 36-40, August 1998.
- [BAL 96] Balpe J.P., Lelu A., Papy F., Saleh I., *Techniques avancées pour l'hypertexte*, Paris: éditions Hermès, 1996.
- [BAT 95] Bateman J.A., Hagen E., Stein A., "Dialogue modeling for speech generation in multimodal information systems", in P. Dalsgaard et al. (Eds.), *Proceedings of the ESCA Workshop on Spoken Dialogue Systems - Theories and Applications* (p. 225-228), Aalborg, Denmark: ESCA/Aalborg University, 1995.
- [BEL 97] Belisle C., Zeiliger R., Cerratto T., "Integrated Cognitive Engineering at the Interface", *Proceedings Second International Conference on Cognitive Technology*, CT'97, Aizu, Japan, Marsh, Hehaniv, Gorayska (Eds.), IEEE Computer Society, Los Alamitos, 1997.
- [BELK 82] Belkin N.J., OddY R.N., Brooks H.M., "ASK for Information Retrieval II : Result of a design Study", *Journal of documentation*, 38, p. 61-71, 1982.
- [BRU 85] Bruandet M.F., "Modèle partiel de connaissances pour un système de recherche d'information", *Proceedings of the conference RIAO 85*, Grenoble, IMAG Ed., p. 18-20, mars 1985.
- [BRU 89] Bruandet M.F., "Outline of a knowledge base model for an Intelligent Information Retrieval System", *Information Processing & Management*, Vol. 25, N° 3, 1989.
- [BRU 98] Bruandet M.F., Chevallet J.P., Paradis F., "Construction de thesaurus dans la système de recherche d'information IOTA: application à l'extraction de terminologie", *JST'97, Journées Scientifiques et Techniques du Réseau Francophone de l'Ingénierie de la Langue*, Avignon, p. 537-544, 15-16 Avril 1997.
- [CAR 96] Card S.K., Robertson G., York W., "The WebBook and the Web Forager : An Information Workspace for the World-Wide-Web", *Proceedings of the CHI'96 conference*, ACM press, 1996.
- [CAS 96] Castelli C., Colasso L., Molinari A., "Getting lost in Hyperspace: Lessons Learned and Future Directions", in *ED-MEDIA 96/ED-TELECOM 96*, 1996.
- [CHE 97a] Chevallet J.P., M.-F. Bruandet M.F., Nie J., "Impact de l'utilisation de multitermes sur la qualité des réponses d'un système de recherche d'informations à indexation automatique", *Actes des Premières Journées du Chapitre Français de l'ISKO*, Lille (France), octobre 1997.
- [CHE 97b] Chevallet J.P., Nie J.Y., "Intégration des Analyses du Français dans la Recherche d'Information", *Actes de la Conférence Recherche d'Information Assistée par Ordinateur (RIAO) 97*, Montréal (Canada), p. 761-772, june 1997.

- [CON 87] Conklin J., "Hypertext: an introduction and survey", *IEEE Computer*, p. 17-41, September 1987.
- [DAH 93] Dahlback N., Jonsson A., Ahrenberg L., "Wizard of oz studies – why and how", *Knowledge-based systems*, December Issue, vol. VI.4, p. 258-266, 1993.
- [DEN 97a] Denos N., Berrut C., Mechkour M., "An Image Retrieval System based on the Visualization of System Relevance via Documents", *Proceedings Database and EXpert systems Application (DEXA'97)*, Toulouse, LNCS 1308, p. 214-224, september 1997.
- [DEN 97b] Denos N., *Modélisation de la pertinence en recherche d'information - modèle conceptuel, formalisation et application*, thèse d'université, Grenoble, octobre 1997.
- [DEN 98] Denos N., "A user-oriented framework for multidimensional querying of an image retrieval system", *Proceedings of the World Automation Congress (WAC'98 - IFMIP'98)*, volume 8 (Soft Computing, Multimedia, and Image Processing), Anchorage, Alaska, USA, TSI Press, Albuquerque, p. 783-788, 1998.
- [ELAN] <http://www.elan.fr>
- [FRE 88] Frechet A.L., *Analyse linguistique d'un corpus de dialogue Homme-Machine (oral finalisé)*, thèse d'université, Université de la Sorbonne nouvelle, Paris III, 1988.
- [GAU 97] Gaussier E., Grefenstette G., Schulze M., "Traitement du langage naturel et recherche d'informations : quelques expériences sur le français", *Premières Journées Scientifiques et Techniques du Réseau Francophone de l'Ingénierie de la Langue de l'AUPELF-UREF*, Avignon, Avril 1997.
- [GLA 99] Glance N., Grasso A., Borghoff U., Snowdon D., Willamowski J., "Supporting Collaborative Information Activities in Networked Communities", *Proceedings of the Eight International Conference on Human-Computer Interaction, HCI'99*, p. 422-426, 1999.
- [GRA 98] Grasso A., Borghoff U., Glance N., Willamowski J., "Collaborative Information gathering", *Proceedings of the International Conference EUROMEDIA/WEBTEL*, 1998.
- [HEA 97] Hearst M.A., "Textlining : Segmentation of text into Multi-paragraph subtopic passages", *Computational Linguistics*, 23 (1), p. 33-64, 1997.
- [HOW 94] Howard D. L., "Pertinence as reflected in personal constructs", *Journal of the American Society for Information Science*, vol. 45, n° 3, p. 172-185, 1994.
- [ING 88] Ingwersen P., "Toward A New Paradigm In Information Retrieval", in *Knowledge Engineering*, London, Taylor Graham, Wormell (Ed.), p. 150-168, 1988.
- [JIN 99] Jing H., Tzoukermann E., "Information Retrieval Based On Context Distance and Morphology", *Proceedings ACM SIGIR Conference*, p. 90-96, 1999.
- [LEP 98] Le Priol F., Chevallet J.P., Bruandet M.F., Desclès J.P., "Intégration d'un système statistique (IOTA) et d'un système sémantique (SEEK) dans une chaîne de traitement permettant l'extraction de terminologies", *Proceedings Ingénierie des connaissances*, Pont à Mousson, France, 13-15 Mai 1998.

- [LU 95] Lu X. A., Keefer R.B., "Query expansion/reduction and its impact on retrieval effectiveness", *Proceedings of the Third Text Retrieval Conference-TREC-3*, Washington, USA National Institute of Standards and Technology, Special publication 500-240, p. 231-239, 1995.
- [MAN 99] Mandala R., Tokunaga T., Tanaka H., "Combining Multiple Evidence from Different Types of Thesaurus for Query Expansion", *Proceedings ACM SIGIR Conference*, p. 191-197, 1999.
- [MEI 98] Meije J.P., Rouillard J., Vaufrédaz D., "Webcompletion - protocole de normes associatives sur Internet", *Actes de l'Ecole thématique CNRS - Sémantique*, Caen (Asnelles-sur-mer), Janvier 1998.
- [MIL 95] Miller G.A., "WordNet : A lexical database for English", *Communication of ACM*, 38 (11), p. 39-41, 1995.
- [MIT 98] Mitra M., Singhal A., Buckley C., "Improving Automatic Query Exopansion", *Proceedings ACM SIGIR Conference*, p. 206-214, 1998.
- [NIE 97] Nie J.Y., Chevallet J.P., "Using Terms or Words for French Information Retrieval?", *Proceedings Text REtrieval Conference (TREC-6)*, Washigton (USA), 1997.
- [ODD 77] Oddy R., "Information retrieval through Man Machine Dialogue", *Journal of Documentation*, 33, p. 1-44, 1977.
- [RAB 95] Rabardel P., *Les Hommes et les Technologies : approche cognitive des instruments contemporains*, Paris: A.Colin, 1995.
- [ROC 71] Rocchio J.J., "Relevance feedback in Information Retrieval", in *The SMART Retrieval System: Experiments in Automatic Document Processing*, Prentice Hall Series in Automatic Computation, 1971.
- [ROU 97] Rouet J.F., "Le lecteur face à l'hypertexte", in Grimont A. (ed.), *Apprendre avec le multimédia Où en est-on?*, Paris: Ed. Retz, 1997.
- [ROU 98a] Rouillard J., Caelen J., "Etude du dialogue Homme-Machine en langue naturelle sur le Web pour une recherche documentaire", *Actes du Deuxième Colloque International sur l'Apprentissage Personne-Système, CAPS'98*, Caen, Juillet 1998.
- [ROU 98b] Rouillard J., "Hyperdialogue Homme-Machine sur le World Wide Web : Le système HALPIN", *Colloque International Ergonomie et Informatique, ERGO'IA*, Biarritz, Novembre 1998.
- [ROU 98c] Rouillard J., "Contribution à l'étude du dialogue Homme-Machine à travers le Web : la personnalisation", *Proceedings RECITAL'98*, Le Mans, Septembre 1998.
- [ROU 99] Rouillard J., "Les enjeux d'un dialogue Homme-Machine sur Internet - L'Hyperdialogue", *Bulletin d'informatique approfondie et applications, revue de l'université de Provence*, n° 52, Mars 99.

- [SAI 98] Saito M., Ohmura K., "A Cognitive Model for Searching for Ill-defined Targets on the Web : the Relationship between Search Strategies and User Satisfaction", *Proceedings ACM SIGIR Conference*, p. 155-163, 1998.
- [SAL 71] Salton G., "The SMART Retrieval System: Experiments », in *Automatic Document Processing*, Prentice Hall Series in Automatic Computation, 1971.
- [SAL 83] Salton G., McGill M.J., *Introduction to Modern Information Retrieval*, Mc Graw-Hill Computer Science Series, 1983.
- [SAL 89] Salton G., *Automatic Text Processing*, Addison Wesley Series in Computer Science, 1989.
- [SAN 98] Sandusky R., Powell K., Feng A., *Design for Collaboration in Networked Information Retrieval*, Technical Report, CANIS, 1998.
- [SAN 99] Sanderson M., Croft B., "Deriving Concept Hierarchy from Text", *Proceedings ACM SIGIR Conference*, p. 206-213, 1999.
- [SCH 97] Schultz T., Westphal M., Waibel A., "The GlobalPhone Project: Multilingual LVCSR with JANUS-3", *Proceedings Multilingual Information Retrieval Dialogs: 2nd SQEL Workshop*, p. 20-27, Plzen, Czech Republic, April 1997.
- [SHA 98] Schapire R.E., Singer Y., Singhal A., "Boosting and Rocchio Applied to Text Filtering", *Proceedings Conference ACM SIGIR*, p. 215-223, 1998.
- [SIR 89] Siroux J., Gilloux M., Guyomard M., Sorin C., "Le dialogue homme-machine en langue naturelle : un défi ?", *Annales Télécommunication*, 44, n° 1-2, 1989.
- [SOU 96] Souza A.P., Dias P., "Analysis of Hypermedia browsing processes in Order to Reduce Disorientation", *Proceedings of ED-MEDIA '96 conference*, AACE, 1996.
- [STE 95] Stein A., Maier E., "Structuring collaborative information-seeking dialogues", *Knowledge-Based Systems*, 8(2-3), *Special Issue on Human-Computer Collaboration*, p. 82-93, 1995.
- [STE 97] Stein A., Gulla J. A., Muller A., Thiel U., "Conversational interaction for semantic access to multimedia information", in M.T. Maybury (Ed.), *Intelligent Multimedia Information Retrieval* (p. 399-421), Menlo Park, CA: AAAI/The MIT Press, 1997.
- [TWI 97] Twidale M., Nichols D., Paice C., "Browsing in a Collaborative Process", *Information Processing & Management*, Vol. 33, N° 6, 1997.
- [VER 97] Vernier F., Nigay L., "Représentations Multiples d'une Grande Quantité d'Informations", *Actes IHM'97, Neuvièmes Journées sur l'ingénierie de l'Interaction Homme-Machine*, Futuroscope de Poitiers, France, Cépaduès-éditions, p. 79-87, 1997.

## **6.9. Remerciements**

Les auteurs tiennent à remercier la Région Rhône-Alpes, qui a financé en partie ce travail et les membres du laboratoire CLIPS/IMAG, tout particulièrement José Rouillard qui a réalisé HALPIN et Nathalie Denos qui a coordonné le groupe de travail sur le projet IMAG RICOM (Recherche d'Information par interaction Collaborative Multimodale).