



HAL
open science

Stratégies d'aide en ligne contextuelles : acquisition d'expertises, modélisation et évaluation expérimentale

Antonio Capobianco

► **To cite this version:**

Antonio Capobianco. Stratégies d'aide en ligne contextuelles : acquisition d'expertises, modélisation et évaluation expérimentale. Informatique [cs]. Université Henri Poincaré - Nancy 1, 2002. Français. NNT : 2002NAN10282 . tel-01748641

HAL Id: tel-01748641

<https://hal.univ-lorraine.fr/tel-01748641v1>

Submitted on 29 Mar 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact : ddoc-theses-contact@univ-lorraine.fr

LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>

Département de Formation Doctorale en informatique Ecole Doctorale IAEM Lorraine
UFR STMIA

Stratégies d'aide en ligne contextuelles : Acquisition d'expertises, modélisation et évaluation expérimentale.

THÈSE

présentée et soutenue publiquement le 31 octobre 2002

pour l'obtention du

Doctorat de l'Université Henry Poincaré, Nancy I

Spécialité informatique

soutenue publiquement le 31 octobre 2002

par

Antonio Capobianco

Composition du jury :

| | | |
|----------------------|-----------------------|-------------------------------------------------------|
| Président : | M. Jean Claude Paul | Professeur, UHP Nancy I |
| Rapporteurs : | M. Dominique Boullier | Professeur, UTC Compiègne |
| | Mme Joëlle Coutaz | Professeur, Université de Grenoble |
| Examineurs : | M. René Amalberti | Professeur, Université du Val de Grâce |
| | Mme Noëlle Carbonell | Professeur, UHP Nancy I (<i>Directeur de thèse</i>) |
| | Mme Fiorella De Rosis | Professeur, Université de Bari, Italie |

« La valeur d'avoir passé quelques temps à pratiquer exactement une science exacte ne réside pas dans ses résultats ; car, en proportion de la mer des objets de science, ceux-ci ne sont qu'une quantité insignifiante. Mais on en tire un accroissement d'énergie, de capacité de raisonner, de constance à persévérer ; on a appris à atteindre une fin par des moyens appropriés à cette fin. C'est en ce sens qu'il est très précieux, en vue de tout ce que l'on fera plus tard, d'avoir été un jour homme de science. »

Friedrich NIETZSCHE, Humain, trop humain.

« Tout art et toute recherche, de même que toute action et toute délibération réfléchie, tendent, semble-t-il, vers quelque bien. Aussi a-t-on eu parfaitement raison de définir le bien : ce à quoi on tend en toutes circonstances. »

ARISTOTE, Éthique à Nicomaque.

« L'homme de Science le sait bien, lui, que, sans la Science, l'homme ne serait qu'un stupide animal sottement occupé à s'adonner aux vains plaisirs de l'amour dans les folles prairies de l'insouciance, alors que la Science, et la Science seule, a pu, patiemment, au fil des siècles, lui apporter l'horloge pointeuse et le parcmètre automatique sans lesquels il n'est pas de bonheur terrestre possible. »

Pierre DESPROGES, Vivons heureux en attendant la mort.

REMERCIEMENTS

La tradition exige que les premiers remerciements soient adressés à l'encadrant. Une fois n'est pas coutume, c'est avec plaisir que je sacrifie aux usages et adresse mes plus sincères remerciements à Noëlle Carbonell pour m'avoir conduit, parfois même poussé, jusqu'au terme de ce travail. Ses conseils et son soutien permanents m'ont été d'un précieux secours au cours de ces années de travail commun.

Je tiens à remercier M. Jean-Claude Paul pour avoir présidé aux cérémonies de clôture de ma vie estudiantine. Je remercie également M. Dominique Boullier, Mme Joëlle Coutaz, M. René Amalberti et Mme Fiorella De Rosis pour avoir accepté d'évaluer ce travail, sacrifiant par la même une partie de leur été sur l'autel d'une tâche sans gloire.

Au cours de ces quatre années passées au LORIA plusieurs personnes ont stationné au deuxième étage, près du bureau B216, pour une plus ou moins longue période. Je voudrais en remercier beaucoup, mais je ne prétends pas à l'exhaustivité. Je n'en nommerai donc ici que quelques uns, laissant aux autres le soin de se reconnaître.

Ce travail, à bien des égards, s'avère être une réalisation collective. Il convient donc de remercier prioritairement tous ceux qui ont participé à son aboutissement, sous forme d'assistance technique, d'expertise psychologique, de soutien logistique, etc... Etablir la liste de tous ces contributeurs pourrait s'avérer ardu. Ainsi donc, pour n'en léser aucun, je ne nommerai personne. Merci néanmoins à tous ceux là.

Merci à Fairouz, pour toutes ces heures gâchées avec bonheur en discussions futiles sur le sens profond de la vie, l'amour, la gloire et la beauté. Néanmoins, partager ton bureau peut être difficile : j'avoue n'avoir aucun goût pour le travail de standardiste. Ma vengeance sera terrrrrrrible.

Merci également à Djame, pour les dépannages Linux, les combos cafés-clopes interminables, les nocturnes du deuxième, le 'Magic-touch' Coca-cola et l'incomparable 'Djam' way of life', dont il serait bon, un jour, qu'il se débarrasse.

Et en vrac, merci à Vince, Hélène, Suzanne, Evelyne, et bien d'autres.

Il y a également ceux qu'on a envie de remercier, de façon totalement incongrue, puisque ceux-là ne sont que peu reliés au présent travail. Mais les occasions de remercier sont rares, alors autant en profiter.

Merci donc à Adeline, Benny, Fabien, Gaëlle, Davy, Christian, Jean-Seb, et quelques autres pour avoir fait mon confort de vivre Nancéien.

Merci également à tous les lointains lâcheurs, Krostif, Fran, Math', Jub, Pat, Céc', Fred, Fred, Math&Jo, Flo, Jean-Loup, Mag, Nath', Céline, Antoine, et tout particulièrement à Gérard, Michelle et Marie.

Merci enfin à Sylvie, pour toutes les raisons qu'elle seule peut connaître.

TABLE DES MATIERES

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| INTRODUCTION..... | 11 |
| PARTIE I AIDE EN LIGNE : REVUE DE QUESTIONS | 17 |
| Chapitre 1 L'aide en ligne : Définition et objectifs | 19 |
| 1. De la nécessité d'une assistance à l'utilisation d'un logiciel..... | 21 |
| 1.1. La manipulation directe ou le mirage de la transparence..... | 22 |
| 1.2. Intérêt et limites du paradigme de la manipulation directe..... | 23 |
| 2. Problèmes d'utilisabilité des systèmes informatiques | 26 |
| 2.1. Difficultés d'utilisation des systèmes informatiques | 27 |
| 2.2. Comportement des utilisateurs novices | 32 |
| 2.3. Conclusions..... | 33 |
| 3. Systèmes d'aide en ligne : Objectifs et difficultés..... | 34 |
| 3.1. Inadéquation des tuteurs | 34 |
| 3.2. Objectifs des systèmes d'aide | 34 |
| 3.3. Mise en œuvre de l'aide..... | 35 |
| 4. Conclusions..... | 38 |
| Chapitre 2 Des manuels aux systèmes d'aide en ligne..... | 41 |
| 1. Manuels et guides d'utilisation sur support papier | 43 |
| 1.1. Objectifs des guides de conception..... | 43 |
| 1.2. Principes constitutifs du paradigme du « minimal manual » | 44 |
| 1.3. Initiation "orientée tâche" : une logique de fonctionnement..... | 45 |
| 1.4. Clarté et concision de l'information | 46 |
| 1.5. Détection et correction des erreurs | 46 |
| 1.6. Conclusions..... | 48 |
| 2. Manuels en ligne..... | 49 |
| 2.1. Méthodes d'accès aux informations d'aide – Généralités | 49 |
| 2.2. Consultation de bases de données..... | 51 |
| 2.3. Navigation dans des hypertextes ou des documents hypermédias..... | 52 |
| 2.4. Personnalisation la recherche dans des systèmes statiques..... | 53 |
| 2.5. Présentation des informations d'aide : apports de la multimodalité | 57 |
| 3. Discussion..... | 61 |
| Chapitre 3 Vers des aides en ligne contextuelles | 65 |
| 1. Modèles de l'utilisateur – Elaboration et mise en œuvre..... | 67 |
| 1.1. Généralités | 67 |
| 1.2. Les stéréotypes..... | 68 |
| 1.3. Les modèles évolutifs individualisés | 70 |
| 1.4. Stéréotypes vs modèles cognitifs adaptatifs | 72 |
| 2. Prise en compte des intentions de l'utilisateur..... | 74 |
| 2.1. Intérêts potentiels de cette approche | 74 |
| 2.2. Modélisation de l'utilisateur : intentions et actions vs compétences | 75 |
| 2.3. Difficultés d'identification des intentions de l'utilisateur..... | 77 |
| 3. Conclusions..... | 79 |
| Partie II STRATEGIES D'AIDE EN LIGNE CONTEXTUELLE..... | 83 |
| Chapitre 4 Les données empiriques..... | 85 |
| 1. Protocole expérimental | 88 |
| 1.1. Situations expérimentales | 88 |
| 1. 2. Données enregistrées | 90 |
| 2. Analyse des données – Approche..... | 91 |
| 2.1. Dimensions d'analyse..... | 91 |
| 2.2. La notion de contexte..... | 91 |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Chapitre 5 Taxonomie des interventions des experts et des sujets..... | 95 |
| 1. Approche..... | 97 |
| 2. Informations pragmatiques | 98 |
| 2.1. Initiative..... | 98 |
| 2.2. Forme..... | 99 |
| 2.3. Question (interventions des novices)..... | 100 |
| 2.4. Contexte implicite..... | 102 |
| 3. Informations sémantiques | 106 |
| 3.1. Information | 107 |
| 3.2. Objet..... | 109 |
| 3.3. Contexte explicite | 114 |
| 4. Tableau récapitulatif général..... | 116 |
| Chapitre 6 Analyse des stratégies d'aide des experts humains..... | 117 |
| 1. Etiquetage du corpus..... | 119 |
| 1.1. Découpage du corpus en unités d'information..... | 119 |
| 1.2. Annotation des données | 120 |
| 1.3. Niveaux de lecture des interventions des experts | 121 |
| 1.4. Exploitation des informations contextuelles par les experts | 122 |
| 2. Exploitation des données : les demandes des novices | 123 |
| 2.1. Classification des questions des sujets..... | 124 |
| 2.2. Cadre théorique d'interprétation | 124 |
| 2.3. Analyse des requêtes des sujets – Application du cycle d'action/réaction | 126 |
| 2.4. Conclusion | 132 |
| 3. Analyse des interventions des experts | 134 |
| 3.1. Répartition des interventions dans les différentes catégories | 135 |
| 3.2. Correspondances question-réponses | 136 |
| 3.3. Rôle du contexte implicite | 138 |
| 3.4. Exploitation explicite de l'information contextuelle..... | 145 |
| 3.4. Conclusions..... | 149 |
| 4. Conclusion | 151 |
| Partie III EVALUATION ERGONOMIQUE DES STRATEGIES | 153 |
| Chapitre 7 Conception d'un outil logiciel d'assistance | 155 |
| 1. Choix de conception | 157 |
| 1.1. Expression des besoins | 157 |
| 2. Elaboration d'un formalisme de description des connaissances | 158 |
| 2.1. Le modèle GOMS : | 158 |
| 2.2. Adaptation du modèle GOMS..... | 159 |
| 2.3. Elaboration d'une base de messages d'aide | 162 |
| 3. Description des logiciels | 164 |
| 3.1. L'interface concepteur | 164 |
| 3.2. L'interface compère | 168 |
| 4. Conclusion | 172 |
| Chapitre 8 Evaluation expérimentale de stratégies d'aide expertes | 173 |
| 1. Objectif et conception de l'étude expérimentale | 175 |
| 1.1. Objectif | 175 |
| 1.2. Conception des messages..... | 176 |
| 2. Protocole expérimental | 181 |
| 2.1. Etape 1 : Sélection des sujets..... | 181 |
| 2.2. Etape 2 : Caractérisation des styles cognitifs des sujets | 184 |
| 2.3. Etape 3 : Evaluation des stratégie d'aide – L'expérimentation | 186 |
| 2.4. Etape 4 : Questionnaires et entretiens | 190 |
| 2.5. Etape 5 : Evaluation de l'apprentissage : le post-test..... | 191 |

| | |
|------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 3. Exploitation et résultats | 192 |
| 3.1. Critères d'évaluation..... | 192 |
| 3.2. Influence des stratégies d'aide..... | 194 |
| 3.3. Influence de la tâche | 199 |
| 3.4. Influence des caractéristiques cognitives individuelles des sujets..... | 202 |
| 3.5. Etude des temps de réalisation des tâches..... | 210 |
| 4 Conclusions..... | 212 |
| 4.1. Performances des sujets | 212 |
| 4.2. Connaissances des sujets | 213 |
| 4.3. Modalités de présentation de l'information | 214 |
| CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES..... | 215 |
| BIBLIOGRAPHIE..... | 223 |
| INDEX DES FIGURES | 237 |
| INDEX DES TABLEAUX..... | 241 |

INTRODUCTION

Suite à l'ampleur du développement des nouvelles technologies de la communication, leurs divers outils et applications s'adressent à des populations d'utilisateurs diversement préparés et/ou formés à leur usage. Concernant le simple développement de l'Internet, nous citerons les chiffres révélés par l'enquête régulière de Netcraft¹, qui mettent en lumière cette explosion de la fréquentation de la toile. Dans son enquête de juillet 1998, Netcraft dénombre 2.594.623 serveurs internet. Ce chiffre est en progression de 41% par rapport au mois de janvier de la même année. En septembre 2001, leurs statistiques dénombrent 32.398.046 de sites, soit une progression de plus de 1000% par rapport aux chiffres précédents.

Ces chiffres montrent à quel point la pénétration des outils liés aux nouvelles technologies a été forte et rapide. Cela n'est pas sans soulever d'importants problèmes et notamment des problèmes sociaux et sociétaux, portant sur l'égalité d'accès à une société de l'information encore en devenir. Des utilisateurs peu préparés se voient en effet proposer des outils de plus en plus complexes, dont la maîtrise est une condition d'accès *sine qua non* à cet univers d'informations.

On a vu dans ce contexte émerger les notions de « stress informatique » ou « d'apprentissage continu » qui soulignent la difficulté que représente, pour certains, l'acquisition des compétences nécessaires à l'utilisation de ces outils. A ces phénomènes doivent être ajoutées les difficultés que peuvent également éprouver des utilisateurs, par ailleurs initiés ou expérimentés dans ces domaines de connaissances, qui sont confrontés à de nouvelles applications à un rythme croissant.

De l'ensemble de ces constats émerge la nécessité d'offrir aux utilisateurs de systèmes informatiques de toute sorte des supports d'aide susceptibles de les aider à parvenir à une utilisation efficace de ces outils. Ces supports, pour s'avérer utiles, doivent répondre aux besoins des utilisateurs de façon simple, rapide et fiable.

Dans ce but, on a vu se multiplier ces dernières années les applications proposant des aides sous forme électronique associées directement aux logiciels commercialisés. Le support électronique présente de nombreux avantages qui justifient ce choix par rapport aux manuels d'utilisation sur support papier, comme par exemple la portabilité et l'évolutivité de l'aide fournie. Ce support permet également de générer l'aide de façon simple et en totale adéquation avec le logiciel cible. Mais par dessus tout, il permet d'exploiter les potentialités d'adaptation et d'"intelligence" de l'informatique, en association avec les techniques du multimédia.

Cependant, les réalisations actuelles s'avèrent le plus souvent inadéquates. De nombreux utilisateurs ont abandonné le recours aux systèmes d'aide proposés dans les logiciels grand public suite à des tentatives répétées d'utilisation qui s'avèrent infructueuses. Les modalités de recherche dans des bases d'informations souvent importantes sont insuffisantes, malgré l'utilisation de techniques de recherche multiples et la souplesse qu'elles apportent. De plus,

¹ www.netcraft.com

les informations obtenues sont souvent inadaptées aux besoins réels des utilisateurs qui cherchent avant tout à réaliser la tâche qui motive leur recours au système.

Les difficultés soulevées par le problème de l'aide en ligne proviennent de multiples facteurs. La complexité croissante des applications ainsi que le manque de connaissances des utilisateurs contribuent pour une bonne part à la difficulté que représente la recherche d'informations. Les utilisateurs ignorent souvent les fonctionnalités exactes des systèmes qu'ils utilisent et le type de tâches qu'ils permettent de réaliser. Les systèmes proposant des boîtes à outils dont la manipulation graphique exige un véritable savoir-faire, présentent une réelle difficulté d'utilisation. Ce manque de connaissances provoque l'incapacité des utilisateurs à formuler leurs besoins exacts ou leurs intentions.

De plus, les réponses données par les aides ne sont pas adaptées au contexte d'interaction des utilisateurs. Il s'agit le plus souvent de bases de données d'informations statiques. L'information fournie est souvent une information générique sur le système et pas une information pratique sur la mise en œuvre de ses fonctionnalités dans un contexte d'interaction donné. Les utilisateurs doivent donc inférer, d'un ensemble de données génériques, les informations spécifiques qui leurs sont utiles pour parvenir à réaliser leurs objectifs.

Les récents développements des systèmes d'intelligence artificielle, l'apparition d'agents personnalisés intelligents ou l'évolution des techniques d'interactivité multimodale offrent des possibilités d'évolution des systèmes d'aide qui pourraient constituer des éléments de réponse à ces difficultés. La réalisation et la mise en œuvre de tels systèmes dynamiques intelligents pose encore aujourd'hui des problèmes de conception, aussi bien ergonomiques que techniques.

Nous nous sommes intéressés à la dimension ergonomique des différents problèmes posés par la définition et la mise en œuvre de stratégies d'aide expertes. La réalisation de systèmes d'aide intelligents et/ou actifs pose en effet le problème de la connaissance des besoins des sujets et de la mise en œuvre de l'information d'aide dans le contexte d'interaction courant.

Nous présentons les résultats du travail que nous avons réalisé dans le but de proposer des stratégies expertes d'aide à l'utilisateur. Nous avons choisi, pour réaliser cette étude, d'adopter une approche ascendante consistant à modéliser les stratégies d'aide utilisées par des experts humains dans des situations d'aide en ligne à l'utilisateur. Ce travail se décompose en trois parties.

Nous présentons, dans une première partie, une revue d'ensemble critique des précédentes études portant sur l'aide à l'utilisateur.

La seconde partie porte sur une étude de dialogues d'aide en ligne mettant en scène un utilisateur novice et un expert humain. Dans un premier temps, nous avons réalisé une taxonomie des interventions des experts humains afin de disposer d'une grille d'analyse fine des dialogues. Cette taxonomie a ensuite été appliquée à l'étude des dialogues composant

notre corpus. Ce travail nous a conduit à modéliser une partie des stratégies d'aide exploitées par les experts humains pour répondre aux questions des sujets novices.

La troisième et dernière partie de ce travail porte sur l'évaluation ergonomique de ces stratégies d'aide expertes dans une situation d'interaction homme-machine simulée. Dans ce but, nous avons réalisé un outil informatique d'aide à l'implantation de stratégies d'aide.

Cet outil a ensuite été utilisé pour mettre en œuvre le protocole expérimental que nous avons employé pour effectuer l'évaluation ergonomique des résultats issus de l'analyse préalable des dialogues du corpus. Nous présentons les résultats de cette étude dans le chapitre 8 de ce document.

PARTIE I
AIDE EN LIGNE :
REVUE DE QUESTIONS

Chapitre 1

L'aide en ligne :

Définition et objectifs

Dans le domaine de l'interaction homme-machine, les raisons justifiant la nécessité d'une assistance à l'utilisateur efficace sont nombreuses. S'agissant du développement de nouveaux paradigmes d'interaction (réalités mixtes, IHM tangibles, ...), leur apparition s'accompagne de modalités d'utilisation nouvelles et un prolongement/déplacement du pouvoir d'action de l'utilisateur sur le monde de l'environnement qui induit une modification, voir une mutation, des tâches réalisées. Ces transformations nécessitent souvent un apprentissage constant de la part de l'utilisateur, pour être intégrées en tant qu'heuristiques d'usages dans des pratiques efficaces.

Néanmoins, ce travail porte principalement sur des systèmes à interfaces graphiques de type WYSIWIG (What You See Is What You Get), dans la mesure où ceux-ci se sont imposés sur le marché des systèmes grand public au cours des dernières années. Malgré cette domination évidente, il apparaît que les systèmes d'aide à l'utilisateur proposés restent, malgré une utilité et une demande évidents, largement insuffisant pour satisfaire les besoins des utilisateurs visés. De nombreux efforts de recherche restent donc à faire pour pouvoir proposer aux utilisateurs de systèmes grand public des supports d'aide véritablement efficaces.

Dans cette optique, nous proposons dans un premier chapitre un argumentaire visant à établir les fondements théoriques de notre travail sur l'aide en ligne et justifiant le travail réalisé dans le cadre du paradigme de la manipulation directe, paradigme de manipulation actuellement le plus répandu auprès du grand public. Nous essayons dans cette partie de dégager les spécifications que doivent vérifier les systèmes d'aide en ligne pour répondre à leur vocation, dans le but d'aboutir à une définition précise de la notion d'aide en ligne à l'utilisateur.

Le second chapitre propose une revue critique de la littérature portant sur les recherches menées dans le domaine de l'assistance destinée à faciliter l'utilisation d'un logiciel et à familiariser les utilisateurs novices avec son utilisation.

Le dernier chapitre de cette première partie propose une revue prospective des avancées récentes dans le domaine des aide en ligne dynamiques.

Nous terminons cette partie en définissant le but de notre travail et sa position dans le cadre des avancées technologiques actuelles.

1. Nécessité d'une assistance à l'utilisation d'un logiciel

La nécessité des systèmes d'aide en ligne découle d'une limitation intrinsèque des systèmes informatiques, limitation liée aux modalités d'interaction et d'utilisation des réalisations logicielles actuelles. On peut en effet facilement imaginer qu'un logiciel parfaitement 'ergonomique' puisse assurer à l'utilisateur une maîtrise optimale du système sans nécessiter une formation ou un apprentissage préalable. Cependant il semble évident que les limitations

et imperfections des systèmes actuels rendent indispensables le développement de compétences expertes pour en assurer une maîtrise pleine et entière.

Nous présentons et développons dans cette partie les concepts fondateurs de la manipulation directe, et proposons une réflexion sur les limites de ce paradigme qui nous conduisent à poser la nécessité du développement de supports d'aide à l'utilisateur.

1.1. La manipulation directe ou le mirage de la transparence

Au début des années 80, la manipulation directe a contribué largement à la popularisation des ordinateurs personnels en raison de sa « convivialité » relative par rapport aux langages de commande classiques destinés aux professionnels de l'informatique (Shneiderman, 1983 ; Shneiderman, 1993). Ce paradigme d'interaction gestuelle et graphique, popularisé par Apple (cf. l'interface du Macintosh), a suscité l'espoir d'atteindre à la « transparence », c'est-à-dire d'être en mesure d'offrir à tout utilisateur, quelles que soient ses compétences informatiques, une interface homme-machine qui lui permette d'acquérir rapidement et sans effort la maîtrise de tout nouveau logiciel.

C'est du moins l'objectif qui a guidé Shneiderman dans la création de ce modèle, objectif qu'il estimait avoir atteint puisqu'en 1987 il imputait le succès de la manipulation directe à son caractère « intuitif », c'est-à-dire au fait qu'elle permet au novice de comprendre/maîtriser « immédiatement » le rôle des fonctions d'un logiciel inconnu et les actions nécessaires à leur activation (Shneiderman, 1987). La figure 1 résume les avantages que la majorité des utilisateurs reconnaissent selon lui à ce mode d'interaction.

Assurer une manipulation intuitive, et donc une maîtrise quasi immédiate de l'activation des fonctions d'un logiciel, permet une diminution de la charge mentale induite par son utilisation. Le stress éventuel associé à la réalisation interactive de la tâche qui motive le recours au logiciel s'en trouve également diminué, ce qui augmente la satisfaction de l'utilisateur, sa confiance en lui, etc. En conséquence, un « espace cognitif » est libéré, qui permet à d'autres fonctions cognitives, liées notamment à la mémorisation, l'apprentissage et l'élaboration d'un modèle du fonctionnement du logiciel, d'intervenir (Britton, Glynn et al., 1985). L'une des propriétés de la manipulation directe serait donc de permettre un apprentissage plus rapide (voire immédiat) de la manipulation des objets d'interaction et de l'utilisation des fonctionnalités des logiciels.

Principaux avantages de la manipulation directe

- la maîtrise rapide de l'utilisation du logiciel, grâce à la simplicité de mise en œuvre de ses fonctions ;
- la conservation du savoir-faire acquis, même après une période d'inutilisation prolongée ;
- la facilité d'apprentissage et d'assimilation des fonctions, élémentaires ou évoluées, du logiciel ;
- l'agrément de la manipulation ;
- l'attractivité de l'exploration des capacités du logiciel.

Figure 1 : Avantages de la manipulation directe, d'après Shneiderman (Shneiderman, 1987).

En outre, la facilité d'utilisation de ce mode d'interaction et son attrait encourageraient corrélativement l'utilisateur à explorer les fonctionnalités du logiciel (exploration libre ou guidée) et à se familiariser avec elles, de sa propre initiative et en toute autonomie.

La manipulation directe offre également la possibilité « d'apprendre en faisant ». En assurant l'ancrage des connaissances dans des situations concrètes d'interaction homme-machine, elle favorise leur opérationnalisation.

Le succès de la manipulation directe dès son apparition sur le marché pouvait laisser présager, aux yeux des plus optimistes au moins, que le problème de l'apprentissage de la mise en œuvre d'un nouveau logiciel serait résolu, à terme, par la réalisation d'interfaces totalement transparentes qui rendraient superflus guides d'utilisation et systèmes d'aide en ligne. Nous montrons dans la suite du paragraphe l'intérêt et les limites de ce mode d'interaction dont l'utilisation s'est généralisée.

1.2. Intérêt et limites du paradigme de la manipulation directe

1.2.1. Intérêt

La manipulation directe représente, contrairement à ses prédécesseurs, un mode d'interaction homme-machine susceptible de rendre les logiciels d'application accessibles aux non spécialistes, dont le grand public, facilement découragés par des difficultés d'utilisation d'ordre technique.

En effet, les langages de commande, que la manipulation directe visait à concurrencer, étaient inadaptés à cette immense population d'utilisateurs à conquérir. Leur syntaxe est arbitraire et, de ce fait, difficile à mémoriser (notamment en l'absence d'une utilisation régulière), et leur sémantique fait intervenir des connaissances techniques dont la maîtrise nécessite un effort d'apprentissage important. Le recours à une métaphore pour représenter

les objets informatiques et les actions possibles sur ceux-ci apparaissait donc comme une voie prometteuse pour éviter ces écueils.

La maîtrise intuitive des objets de l'interface est ainsi assurée par l'implantation logicielle du concept 'd'affordance'. Ce concept développé par Gibson (Gibson, 1977 ; Gibson, 1979) désigne originellement les propriétés opératoires d'un objet par un opérateur humain ou animal (le concept, tel que défini par Gibson décrit une relation entre l'opérateur et l'objet). Par extension, Norman (Norman, 1988 ; Norman, 1990) définit cette notion comme l'ensemble des propriétés d'utilisation d'un objet telles qu'elles sont perçues par un opérateur (i.e. utilisateur). On peut ainsi exploiter les propriétés visuelles des interfaces d'utilisation pour définir des objets d'interaction dont les propriétés opératoires soient directement perceptibles. De sorte qu'en faisant référence à un domaine d'activité familier à l'utilisateur, l'utilisation de la métaphore permet à celui-ci de mettre à profit les connaissances opératoires qu'il a acquises dans ce domaine.

Par exemple, grâce à la métaphore du bureau (*i.e. desktop metaphor*) mise en œuvre dans les interfaces graphiques des systèmes d'exploitation MacOS et Windows, l'utilisateur peut manipuler gestuellement les représentations graphiques (ou icônes) d'objets informatiques, tels que fichiers, répertoires, etc., de la même manière ou presque qu'il agit sur les objets réels de son environnement professionnel quotidien. L'acquisition des connaissances nécessaires à l'interaction se réduit donc quasiment, dans un tel contexte, à un transfert de savoir-faire et de connaissances antérieurs (implicites ou non). Elle peut se faire de façon immédiate, sans effort ni stress ; elle peut s'enrichir par simple exploration, et la maîtrise acquise persiste même en l'absence d'une pratique régulière ¹.

La généralisation actuelle de l'utilisation de la manipulation directe à tous les types d'applications interactives et à toutes les catégories d'utilisateurs, du grand public aux professionnels de l'informatique, illustre également la supériorité de ce mode d'interaction par rapport aux langages de commande classiques.

1.2.2 Limites

Cependant, malgré l'avancée notable présentée par l'apparition du paradigme de la manipulation directe, des difficultés subsistent qui compromettent les avantages attendus de sa mise en œuvre effective.

1.2.2.1. Limites techniques

Les problèmes techniques sont de plusieurs types. D'abord la pauvreté des moyens physiques d'interaction limite dans l'immense majorité des cas la manipulation à l'emploi d'une souris et d'un clavier. Il en résulte que le vocabulaire d'entrée des applications est

¹ L'illustration la plus convaincante de l'intérêt de cette métaphore est la destruction d'un fichier, qui se réduit au déplacement, à l'aide de la souris, de l'icône du fichier, suivi de sa superposition à l'icône de la poubelle.

limité à des actions de pointage, de sélection, etc. qui ne permettent pas de développer des objets d'interaction présentant les propriétés de manipulation complexes des objets du monde de l'application.

De plus, de nombreuses applications font intervenir des objets qui, s'ils ne font pas partie du domaine de l'application, n'en sont pas moins nécessaires au fonctionnement du logiciel. On peut citer à titre d'exemple la notion de document maître ou de modèle dans un logiciel de traitement de texte. Enfin, de par la complexité même des applications, il est impossible de représenter l'ensemble des actions qu'un logiciel permet de réaliser par des manipulations d'icônes dont la « signification », d'ordre sémiotique, soit claire pour l'utilisateur. C'est pourquoi, dès son apparition, la manipulation directe a été associée à un système de menus, complété ultérieurement par des boîtes de dialogue. Actuellement, cette complexité des applications entraîne la multiplication des menus, boîtes de dialogues et objets graphiques dans une proportion très importante. Ce qui porte préjudice à leur facilité d'utilisation. Ainsi, sur un panel de 6 applications, on compte en moyenne 150 commandes ou items de menus, 60 boîtes de dialogue et 80 outils (Beaudoin-Lafon, 1997).

Toutefois les principales limites de la manipulation directe tiennent à la nature de la métaphore utilisée et, plus généralement, au principe même de cette figure de rhétorique qui assimile l'une à l'autre deux réalités différentes.

1.2.2.2. Limites sémantiques

Systèmes de menus et boîtes de dialogue peuvent être considérés comme des outils d'aide à la formulation de commandes qui dispensent l'utilisateur d'acquérir les connaissances lexicales et syntaxiques nécessaires à l'utilisation efficace de tout langage de commande artificiel. Toutefois, la sémantique des actions décrites dans les menus et les barres d'outils, ou celle des options proposées dans les boîtes de dialogue n'est pas toujours claire pour les novices. Les utilisateurs peuvent ainsi éprouver des difficultés à comprendre la sémantique des objets graphiques affichés. Cela peut également conduire les utilisateurs à élaborer un modèle erroné du fonctionnement du logiciel utilisé. On a montré par exemple que l'utilisation de la métaphore du « bureau » était susceptible de favoriser l'élaboration, par l'utilisateur, de représentations mentales erronées du fonctionnement effectif du logiciel (Streitz, 1988). Or l'élaboration d'un modèle conceptuel du système est un élément fondamental sur lequel se fonde l'action de l'utilisateur (Norman, 1986).

La manipulation directe ne permet donc pas de résoudre certaines des difficultés majeures auxquelles est confronté l'utilisateur lorsqu'il aborde un logiciel inconnu. Si de nombreux utilisateurs parviennent malgré tout à développer de réelles compétences d'utilisation, la plupart ne développent qu'une maîtrise médiocre, sous-optimale, des logiciels grand public dotés d'une interface graphique (Nielsen, Mack et al., 1986 ; Duffy, Mehlenbacher et al., 1989 ; Duffy, Palmer et al., 1992).

1.3. Conclusions

L'apparition du paradigme de la manipulation directe s'est accompagnée de l'espoir de pouvoir spécifier des interfaces de manipulation parfaitement intuitives et transparentes (Mack, Lewis et al., 1983 ; Mantei et Haskell, 1983 ; Carroll et Rosson, 1987).

Ce paradigme a représenté de toute évidence une grande avancée dans le domaine de l'"utilisabilité"¹ (*usability*), au sens de Nielsen (Nielsen, 1993), des systèmes informatiques. Or, le rôle facilitateur joué par les facteurs d'utilisabilité et d'« utilité »² dans l'acceptation des artefacts technologiques est connu depuis longtemps. Nielsen définit ces deux facteurs comme étant directement liés à la notion d'"intérêt", *usefulness*, qui est un des facteurs majeurs d'acceptation des outils technologiques ; voir également (Keinonen, 1998). De sorte que la démocratisation des nouvelles technologies de l'information a été en partie permise par l'apparition de ce paradigme d'interaction.

Malgré tout, cela ne résout pas l'ensemble des difficultés rencontrées. Si l'application des principes de la manipulation directe diminue le coût d'utilisation des logiciels, un apprentissage minimum n'en est pas moins nécessaire pour développer les compétences de base indispensables à toute manipulation. Ainsi, pour parvenir à maîtriser et exploiter des outils aussi complexes les utilisateurs doivent pouvoir compter sur un support d'aide efficace. A tel point que certains auteurs considèrent les systèmes d'aide comme un principe ergonomique entrant dans le cadre général de la mise en oeuvre de l'utilisabilité d'un système donné (Ravden et Johnson, 1989 ; Holcomb et Tharp, 1991). La réalisation de systèmes d'aide en ligne efficaces devient ainsi un moyen de contribuer à la transparence visée par la manipulation directe.

2. Problèmes d'utilisabilité des systèmes informatiques

Nous avons, dans la partie précédente, cerné les limites théoriques des paradigmes d'interaction dominants et avons défini comme objectif pour l'aide en ligne de contribuer à résoudre les difficultés issues de ces limites. Cependant, les problèmes effectifs rencontrés par les utilisateurs sont issus de nombreux facteurs, qui ne sont pas tous liés à de simples difficultés de manipulation. Ces problèmes ne peuvent tous être résolus selon un procédé unique et doivent être considérés individuellement et faire l'objet d'approches spécifiques.

¹ La notion d'utilisabilité recouvre plusieurs significations. Au sens de Nielsen, l'utilisabilité définit la capacité des systèmes à être plus facilement utilisés par des utilisateurs potentiels. Pour une revue de détail de la notion d'utilisabilité, voir Keinonen (Keinonen, 1998).

² La notion d'utilité désigne la capacité d'un outil à remplir le rôle pour lequel il a été conçu.

2.1. Difficultés d'utilisation des systèmes informatiques

Nous tentons dans cette partie d'identifier les principaux facteurs à l'origine des difficultés d'utilisation auxquelles se heurtent les utilisateurs novices d'un logiciel, qu'ils possèdent déjà une expérience de l'interaction homme-machine ou qu'ils ne disposent d'aucune compétence informatique antérieure dont le transfert pourrait faciliter leur familiarisation avec le nouveau logiciel. Cette analyse a pour objectif de mieux définir le type de support que doit proposer un système d'aide en ligne pour être en mesure de répondre aux besoins effectifs des utilisateurs.

2.1.1. Modèle conceptuel des difficultés d'utilisation : le modèle ICU.

Chater (Chater, 1999) propose un modèle théorique d'évaluation de l'impact du contexte d'interaction sur les problèmes rencontrés par les utilisateurs. Selon cet auteur, il faut distinguer deux types de problèmes d'utilisation : les problèmes d'utilisabilité du logiciel et les problèmes liés à l'activité. Les premiers (problèmes d'utilisabilité) sont à mettre en relation avec les "critères d'interface" (CI). Ces critères d'interface permettent de mesurer la qualité ergonomique de l'interface. Il peut s'agir de la densité informationnelle, du type de groupement des informations (par localisation ou par format), du type de "retour utilisateur", du type de synthèse de l'information, etc.

En revanche, les problèmes liés à l'activité, ou "problèmes d'activité", relèvent des "critères utilisateurs" (CU). Ces derniers concernent les caractéristiques de l'utilisateur qui sont susceptibles d'être affectées par l'utilisation de l'interface. Ces critères comprennent la charge de travail, la coordination, la vigilance, etc.

Les critères d'interface sont liés aux critères utilisateurs selon des liens dits *sémantiques*. Des liens de ce type sont également définis entre critères utilisateurs. De telle sorte que les problèmes d'utilisabilité, directement issus de l'interaction interface-utilisateur génèrent, par le biais de ce lien sémantique, des problèmes d'activité. Les problèmes d'activité, quant à eux, entraînent de nouveaux problèmes d'activité dans un schéma cyclique. Le contexte de l'interaction, enfin, agit à la fois sur les problèmes d'utilisabilité et sur les problèmes d'activité (cf. Figure 2).

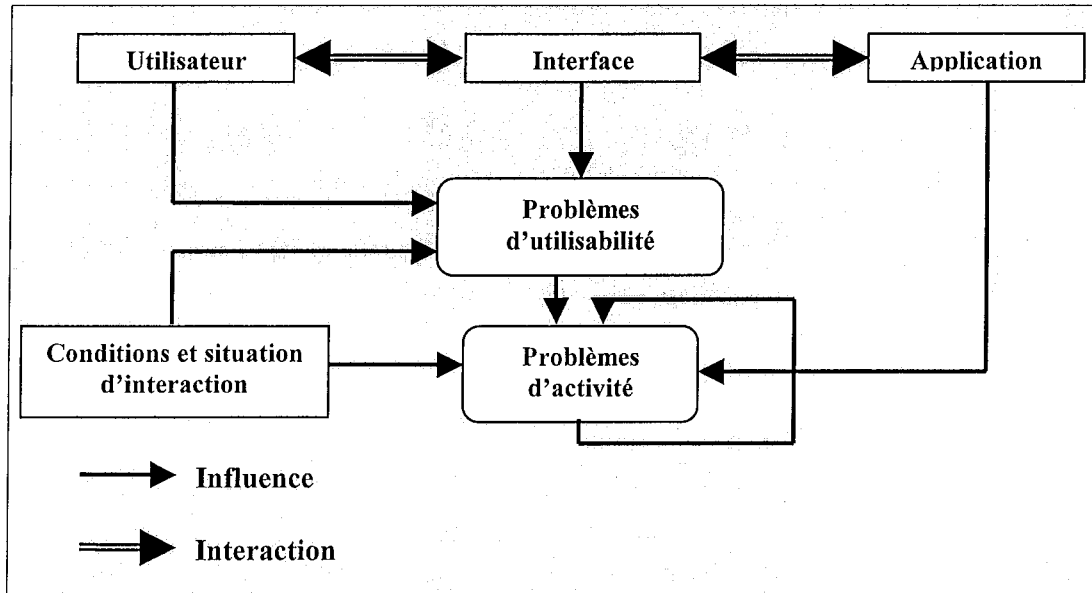


Figure 2 : Origine des difficultés de l'utilisateur lors d'une interaction homme-machine, d'après (Chater, 1999).

A partir de ce modèle, on peut préciser les différentes sources de difficultés rencontrées par les utilisateurs.

2.1.1. Les problèmes d'utilisabilité – Spécification des sources de difficultés

Afin d'établir une distinction opératoire parmi les problèmes d'utilisabilité, nous dégagons deux types de sources de difficultés : les sources externes et les sources internes.

2.1.1.1. Sources externes de difficultés

Les sources externes de difficultés regroupent l'ensemble des causes de problèmes qui ne relèvent pas des facultés propres des utilisateurs ; il s'agit donc de facteurs exerçant une influence sur l'interaction, sans considération pour les capacités individuelles des utilisateurs.

Ces problèmes sont de plusieurs natures et peuvent concerner aussi bien les aspects techniques des systèmes que des facteurs macroscopiques, sociaux, qui pour autant exercent un impact indirect sur l'utilisabilité des systèmes. On peut citer à ce titre la rapidité d'évolution des logiciels commercialisés. Les versions d'un même logiciel se succèdent à raison d'une ou deux par an, et les modifications affectent souvent profondément le contenu et la forme de l'interaction nécessaire à la réalisation d'une tâche. De plus, les nouvelles applications apparaissent à un rythme croissant. Le temps moyen d'utilisation d'un logiciel ne cesse donc de diminuer. Ce phénomène incite les utilisateurs à mettre en place un apprentissage minimum, à limiter leur exploration des fonctions d'un logiciel donné et à n'utiliser qu'une fraction mineure d'entre elles, souvent de façon sous-optimale.

Entrent également dans cette catégorie de problèmes les limitations théoriques et techniques des méthodes d'interaction, que nous avons développées dans la partie précédente. On peut encore y inclure les défauts de spécification des systèmes et les erreurs de conception.

2.1.1.2. Sources internes de difficultés : caractéristiques cognitives des utilisateurs

Nous qualifierons d'internes les sources de difficultés qui résultent des caractéristiques cognitives des utilisateurs. Dans la littérature, différents modèles ont été proposés à plusieurs niveaux d'abstraction.

Caractéristiques cognitives individuelles des utilisateurs

D'un point de vue cognitif, on considère l'utilisateur comme un système de traitement de l'information, composé de plusieurs sous-systèmes indépendants, chacun possédant des caractéristiques propres.

Plusieurs modèles ont été proposés, à différents niveaux de traitement de l'information. Nous ne détaillerons pas l'abondante littérature portant sur ce domaine, mais citerons à titre d'exemple le modèle du processeur humain développé par Card et al. (Card, Moran et al., 1983). Ce modèle propose une décomposition du traitement cognitif en trois modules indépendants : le système sensoriel, le système moteur et le système cognitif, chacun possédant ses propres caractéristiques.

La loi de Fitts, quant à elle, représente un exemple de modélisation des propriétés du système moteur complémentaire du modèle de Card et al. (Fitts, 1954).

Cette approche, si elle permet de fournir un cadre théorique d'étude, est cependant un modèle de trop bas niveau pour s'appliquer au cas général.

Influence du domaine d'application

Les caractéristiques individuelles exerçant une influence sur la tâche varient en fonction du domaine d'application. S'agissant d'un problème de régulation de processus ou de résolution de problèmes, on considérera les caractéristiques d'un utilisateur *opérateur*, et donc les divers niveaux de contrôle du comportement humain et du traitement de l'information, comme déterminants. Le modèle de Rasmussen propose une représentation du traitement de l'information sous la forme d'une succession de processus mentaux, à trois niveaux heuristiques : les réflexes, les procédés et les savoirs (Rasmussen, 1986).

A chaque niveau, différentes capacités cognitives sont exploitées. Les recherches actuelles tendent à écarter cette approche pour un système de représentations co-occurentes évoluant en fonction des variations observées dans des situations réelles (Grant, 1990 ; Amalberti et Hoc, 1993 ; Grant, 1994).

Dans le cas d'une situation d'apprentissage, on considérera plutôt les caractéristiques de l'utilisateur *apprenant* : charge de travail, capacité attentionnelle, expérience et connaissances antérieures (Anderson, 1983 ; Preece, 1993).

On dispose ainsi de formalismes de modélisation de l'utilisateur variés, permettant de rendre compte des comportements individuels à l'œuvre de façon prépondérante dans la situation d'interaction considérée.

Typologie comportementale de l'utilisateur

Les recherches sur la résolution de problèmes réalisées par Newell et Simon (Newell et Simon, 1972) ont montré que la prise de décision d'un individu est contrainte par ses aptitudes à résoudre les problèmes et qu'un choix est toujours réalisé selon un schéma simplifié, limité et approximatif de la situation réelle. Ces résultats conduisent à l'expression du principe de rationalité limitée selon lequel l'homme ne cherche pas la meilleure solution possible, mais une solution rationnelle (i.e. qui réponde aux critères de rationalité qui sont les siens, compte tenu de ses motivations et de la situation d'interaction). Dans ce cadre, un individu ne cherche pas l'optimisation mais la satisfaction. A partir de ce constat, on peut dire que le comportement d'un utilisateur dépendra de la catégorie fonctionnelle à laquelle il appartient (Freitas et Ballaz, 1992).

Dans le cas de l'utilisation de systèmes informatiques, plusieurs typologies de catégories fonctionnelles ont été proposées. La typologie la plus simple propose deux catégories d'utilisateurs : expert ou non expert. La littérature propose également des typologies plus étendues, comme celle proposée par Rockart et Flannery (Rockart et Flannery, 1981). La figure 3 présente les six catégories de cette typologie.

Des études menées sur l'utilisation de logiciels grand public dotés d'interfaces autorisant la manipulation directe ont également montré que, lorsque l'utilisateur trouve une solution pour réaliser un de ses objectifs et que celle-ci s'avère fiable, il ne cherche pas à optimiser l'interaction et se contente de la procédure initiale, même si celle-ci s'avère laborieuse et coûteuse à mettre en œuvre (Fisher, Lemke et al., 1985 ; Carroll, Smith-Kerker et al., 1987).

Une telle attitude est susceptible de conduire les utilisateurs non informaticiens, novices ou non, à ignorer les possibilités d'exploration offertes par la manipulation directe. La confiance que donne la réversibilité des actions ne suffit pas pour inciter ces utilisateurs à explorer les fonctions d'un nouveau logiciel, ni par conséquent à acquérir par eux-mêmes la maîtrise de son utilisation.

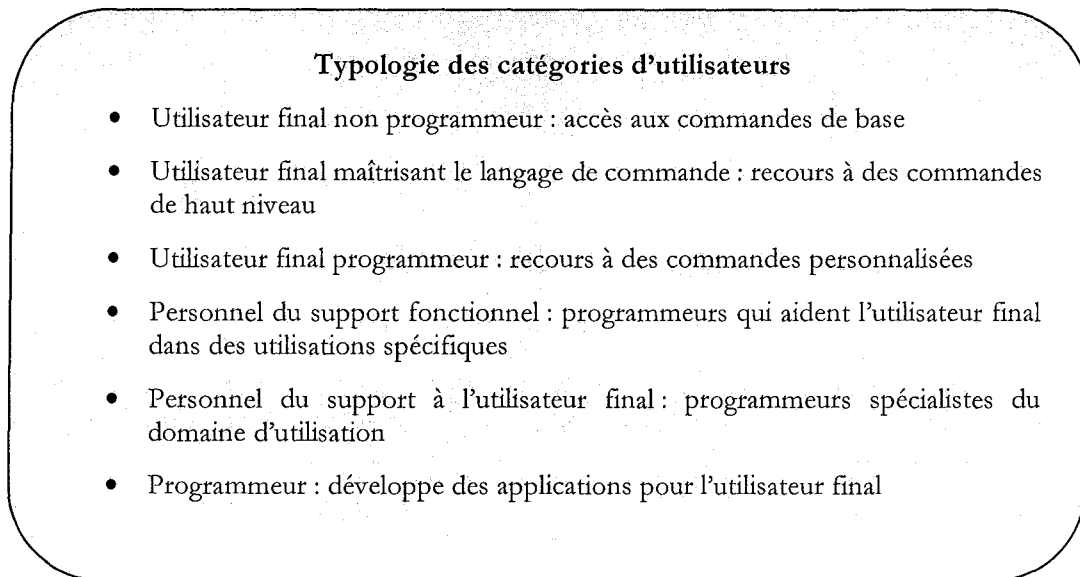


Figure 3 : Typologie des utilisateurs, d'après Newell et Simon (Newell et Simon, 1972).

2.1.2. Les problèmes d'activité – Vers la coopération Homme-Machine

Les problèmes d'utilisabilité, conjointement au contexte d'interaction, induisent des problèmes d'activité qui ont pour effet de compromettre la réalisation de la tâche par l'utilisateur. Par exemple, des contraintes de temps (*cf.* la régulation de processus) ou la présence d'un risque (*cf.* les systèmes embarqués dans les cockpits) peuvent engendrer chez l'utilisateur un stress qui constitue une source de problèmes d'utilisation auxquels il n'est pas toujours possible de remédier (Amalberti, 1996).

De toute évidence, la résolution de ces problèmes d'activité, qu'ils découlent de problèmes d'utilisabilité ou du contexte d'interaction, impose la définition de moyens d'action permettant d'assister l'utilisateur dans la réalisation de son objectif. Cette assistance peut s'exprimer, selon Lenay (Lenay, 2002), sous la forme :

- d'un système de substitution permettant à l'utilisateur de s'affranchir de tout ou partie de la tâche,
- d'un système de suppléance, si ce système modifie totalement ou partiellement le pouvoir d'action de l'utilisateur,
- d'un système d'assistance, si sa fonction est de qualifier l'état ou le devenir du dispositif avec lequel l'utilisateur est précisément engagé.

Ces systèmes, qui ont pour objectif de contribuer à la réalisation des buts de l'utilisateur en participant activement à leur réalisation, peuvent être considérés comme des systèmes coopérants.

La connaissance des processus cognitifs mis en jeu dans l'activité du sujet peut être employée par ces systèmes comme base théorique pour prédire les actions et difficultés rencontrées, dans le but d'y apporter des solutions spécifiques. Ces problèmes sont

fondamentaux pour les trois catégories de systèmes mentionnés et doivent être pris en considération afin de déterminer dans quelle mesure le système peut se substituer à l'utilisateur et résoudre les problèmes rencontrés sans en engendrer de nouveaux (Hoc, 1998).

2.2. Comportement des utilisateurs novices

Contrairement aux systèmes d'assistance, de suppléance et de substitution définis plus haut, qui participent à l'activité du système, un système d'aide possède un statut réflexif au sens où il doit expliciter le dispositif dont il fait partie. Il a donc pour objectif de contribuer à rendre explicites et à définir les propriétés et les modalités d'usage d'un système inconnu, en tout ou partie, de l'utilisateur. En d'autres termes, un système d'aide se doit de spécifier les propriétés et les procédures opératoires que le sujet doit élaborer pour un usage optimal du dispositif. Le mode d'emploi est l'exemple typique du système d'aide.

Il est important de noter que les catégories fonctionnelles d'utilisateurs doivent être considérées comme des notions opératoires, qui ne modélisent pas de façon exacte l'état des connaissances et les besoins d'un utilisateur à un moment donné. Un utilisateur peut s'avérer expert dans un domaine d'application ou dans l'accomplissement d'une tâche spécifique et novice dans d'autres aspects d'une application logicielle donnée.

Ces notions recouvrent néanmoins une réalité de fait sur le comportement des utilisateurs. Nous distinguerons par la suite deux catégories principales d'utilisateurs : les *experts*¹ et les *novices* (ou, indifféremment, *profanes*). Si le comportement des utilisateurs experts se caractérise par la recherche de l'efficacité, le comportement des utilisateurs novices procède au contraire d'un double paradoxe (Carroll, Smith-Kerker et al., 1987) que nous détaillons dans le paragraphe suivant.

2.2.1. Le paradoxe de motivation

Le premier paradoxe est un « paradoxe de motivation » (*motivational paradox*) stipulant que le but premier de l'utilisateur est de faire et non d'apprendre à faire, ce qui le conduit à tenter d'effectuer des tâches même s'il manque des connaissances nécessaires à leur réalisation. Dans la mesure où l'acquisition des connaissances et savoir-faire qui lui font défaut n'entre pas dans les motivations du novice, celui-ci risque de se montrer réticent à consacrer du temps à cet apprentissage qui retarde son utilisation du logiciel et l'oblige à interrompre la réalisation interactive de la tâche courante. Le paradoxe de motivation peut expliquer la réticence des utilisateurs à explorer les fonctionnalités d'un nouveau logiciel ou à en optimiser la mise en œuvre.

¹ Cette catégorie regroupe les utilisateurs expérimentés dans l'utilisation de logiciels variés, que cette expérience ait été acquise dans un cadre professionnel ou non, qu'elle résulte ou non d'une formation spécifique à l'informatique. Elle inclut donc, outre les informaticiens, les utilisateurs avertis professionnels et les amateurs passionnés.

2.2.2. Le paradoxe cognitif

Le second paradoxe est un « paradoxe cognitif » ; il s'agit de la tendance de l'utilisateur à généraliser de façon abusive les connaissances dont il dispose. Le novice fait appel à des processus de généralisation, notamment pour se construire au cours de l'interaction une représentation des fonctions et des capacités du logiciel à partir des réactions de celui-ci à ses commandes (affichages, messages textuels ou sonores, etc. ...).

2.2.3. L'utilisateur, apprenant actif

En conclusion, d'après Carroll et ses collègues, l'utilisateur profane est un « élève » actif, au sens où il est enclin à apprendre par lui-même en « faisant ». Cependant, un tel apprentissage est limité, puisqu'il conduit les utilisateurs à développer des connaissances erronées, ou/et à utiliser les ressources logicielles à leur disposition de façon sous-optimale en raison d'un défaut d'intérêt pour l'exploitation des fonctionnalités du logiciel considéré.

2.3. Conclusions

Les caractéristiques individuelles des utilisateurs exercent une influence sur les problèmes d'activité et d'utilisabilité qu'ils rencontrent au cours de l'interaction. On peut, à plusieurs niveaux, apporter des solutions spécifiques à ces difficultés grâce, notamment, à l'utilisation de systèmes coopératifs. L'aide, quant à elle, agit au niveau de la spécification du fonctionnement du système utilisé et doit permettre à l'utilisateur d'obtenir les connaissances nécessaires à l'accomplissement d'une tâche.

La catégorie fonctionnelle à laquelle appartient l'utilisateur considéré exerce dans ce contexte une influence primordiale. On retient deux catégories principales d'utilisateurs : les experts et les novices ou profanes.

Les novices sont avant toute chose motivés par la réalisation d'un objectif : l'exploration des fonctionnalités d'un nouveau logiciel représente pour la plupart d'entre eux une activité marginale, et l'optimisation de l'interaction entre rarement dans leurs préoccupations, même si on leur offre des moyens d'interaction transparents, propres à faciliter l'exploration du logiciel. Ce comportement des novices peut expliquer pourquoi, selon Duffy *et al.*, ces utilisateurs développent rarement une véritable maîtrise des logiciels qu'ils utilisent (Duffy, Mehlenbacher *et al.*, 1989).

On considère aujourd'hui, contrairement aux espoirs exprimés au début des années 80, qu'une interface aussi transparente et intuitive soit-elle ne suffit pas pour résoudre les difficultés d'utilisation des novices (Ringle & Halstead-Nussloch, 1989). Il est communément admis, au contraire, qu'un logiciel doit être accompagné d'une aide à l'utilisateur efficace.

Nous évoquons dans la partie suivante les problèmes spécifiques que pose la conception d'un système d'aide en ligne.

3. Systèmes d'aide en ligne : Objectifs et difficultés

3.1. Inadéquation des tuteurs

Une première approche, naturelle et simple, pour concevoir des aides informatiques à l'utilisation de logiciels consiste à considérer cette situation d'interaction comme une situation didactique classique, et le système d'aide comme un logiciel à vocation pédagogique.

Cependant, cette approche suppose de l'apprenant une volonté particulière qui vise à permettre non seulement la réussite immédiate de l'action, mais également le dépassement réflexif de cette activité pour conduire à la construction de connaissances, souvent contre-intuitives. Cette difficulté a bien été repérée en psychologie du développement par exemple. Dans ce domaine, réussir une action n'est pas forcément la comprendre, ni savoir expliquer comment on y est parvenu (Piaget, 1974).

Lors de la conception de didacticiels, on fait cette hypothèse, implicite ou non, que le système et l'utilisateur partagent un même objectif : amener ce dernier à acquérir interactivement des connaissances dans un domaine donné. L'utilisation d'un logiciel à visée didactique implique donc une coopération entre le système et l'utilisateur. Pour que cette coopération soit efficace, il ne suffit pas que le novice et le tuteur partagent un même objectif, l'accroissement des connaissances du novice ; le novice doit en outre mettre en place une attitude mentale de coopération propice à la réalisation de cet objectif grâce à l'interaction (Sadek, 1994).

Or, lorsque les connaissances à acquérir portent sur la maîtrise de l'utilisation d'un logiciel, une assistance interactive à visée didactique risque de s'avérer inefficace, au moins pour les utilisateurs profanes, en raison des motivations de ces derniers. En effet, compte tenu du paradoxe de motivation, il est peu probable que l'utilisateur profane exploite les incitations et les aides à l'apprentissage offertes par les didacticiels. En assignant au système d'aide un rôle de tuteur, on risque par conséquent de créer un conflit d'intentions et d'objectifs entre l'utilisateur et le système.

3.2. Objectifs des systèmes d'aide

Les nouvelles technologies transforment les modes de réalisation des activités dans lesquelles elles interviennent et, en dernier ressort, transforment la compréhension que nous en avons (Berg, 1997). Pour les maîtriser complètement, les utilisateurs doivent intérioriser cette évolution. Dans un tel contexte, les procédures de réalisation stables sont remplacées par des méthodes évoluant de façon itérative et donc nécessitant un apprentissage continu.

Dans une telle perspective, la finalité d'un système d'aide est de favoriser cette intériorisation nécessaire de l'impact des dispositifs, tout en laissant la liberté à l'utilisateur de choisir une stratégie personnelle qui convienne à ses besoins dans une situation donnée (Pejtersen et Rasmussen, 1997). Pour ce faire, un système d'aide en ligne doit permettre à l'utilisateur :

- d'établir un contexte propre à l'utilisation du logiciel ;
- d'apprendre comment parvenir à la réalisation de ses buts en utilisant le logiciel ;
- d'acquérir les compétences nécessaires pour ce faire (Duffy, Mehlenbacher et al., 1989).

Ainsi, dans le cadre d'une approche de conception "centrée (sur l')utilisateur" (*user-centered design*), l'un des rôles principaux d'un système d'aide doit être de fournir à l'utilisateur novice des informations susceptibles de lui permettre de surmonter les obstacles qui s'opposent à la réalisation des tâches motivant son recours à un logiciel nouveau pour lui. Cette approche permet de développer un apprentissage centré sur l'action en favorisant la construction de connaissances spécifiques à la situation d'interaction (Richard, 1990). L'apprentissage par l'action s'avère d'ailleurs être le mode d'apprentissage de l'utilisation d'un logiciel le plus efficace (Carroll & Mack, 1992). On est donc en droit d'attendre d'une aide en ligne efficace, qu'elle conduise l'utilisateur à développer naturellement une maîtrise croissante d'un logiciel inconnu par un élargissement progressif du champ de sa pratique (toutes proportions gardées, bien sûr).

3.3. Mise en œuvre de l'aide

Pour atteindre cet objectif, qui est de fournir à l'utilisateur les moyens de surmonter le plus efficacement possible ses difficultés d'utilisation ou, en d'autres termes, de lui donner les moyens de "faire", l'aide en ligne doit lui permettre d'acquérir les connaissances nécessaires à une utilisation efficace du logiciel. Ce qui implique entre autres, lors de la conception d'un système d'aide destiné aux utilisateurs profanes, de viser à faciliter au novice l'accès aux informations d'aide, ainsi que leur mise en œuvre.

L'accès à un système d'aide, sous forme de manuel en ligne ou non, implique la réalisation d'une procédure détaillée dans la figure 4 (Duffy, Palmer et al., 1992).

Etapes de la consultation d'un manuel ou d'une aide en ligne:

- se représenter le problème ;
- accéder à l'aide ;
- trouver et prendre connaissance de l'information utile ;
- mettre en œuvre cette information dans le contexte de la situation d'interaction courante.

Figure 4 : Consultation d'un manuel ou d'une aide en ligne – Description des opérations, d'après (Duffy, Palmer et al., 1992).

La réalisation des opérations mentionnées ci-dessus présente, pour le novice, de réelles difficultés que le concepteur doit tenter d'aplanir. Une étude réalisée par Mack et al., recense les difficultés liées à l'utilisation de logiciels de bureau par des utilisateurs novices (Mack, Lewis et al., 1983). Les auteurs recensent huit sources principales à l'origine des problèmes d'utilisation des novices (cf. Figure 5). Dans leur grande majorité, les facteurs mentionnés pointent vers le manque de connaissances des utilisateurs, qui constitue un obstacle déterminant à l'acquisition d'une véritable maîtrise du système.

Si le recensement présenté dans cette figure n'est pas exhaustif, il apparaît néanmoins que le manque de connaissances des novices est préjudiciable à l'action même de l'aide. Les principaux problèmes concernent l'accès à l'information d'aide et la compréhension des informations obtenues. Ainsi, l'ignorance et l'inexpérience des novices risquent de leur rendre difficile :

- l'identification du type d'information à chercher pour sortir d'un blocage ;
- la recherche et l'obtention des informations pertinentes étant donné le problème rencontré ;
- la compréhension des informations délivrées ainsi que leur mise en œuvre dans le contexte d'interaction courant.

- Acquérir la maîtrise d'un logiciel est difficile et la complexité de cet apprentissage qui se superpose à l'interaction peut induire chez l'utilisateur débutant un stress important, générateur d'erreurs ; l'une des principales difficultés est la mise en œuvre, en situation d'interaction et au service d'une activité du domaine d'application couvert par le logiciel, de connaissances acquises grâce à des manuels d'utilisation (papier ou en ligne) ou/et des didacticiels.
- Les novices manquent des connaissances de base nécessaires pour hiérarchiser la masse d'informations à leur disposition en fonction de l'importance de celle-ci, ainsi que pour détecter parmi elles, celles dont ils ont besoin pour réaliser les objectifs qui président à leur utilisation du logiciel.
- Ils sont sujets également, au cours de l'élaboration de leur représentation des capacités et du fonctionnement du logiciel, à interpréter de façon erronée les informations accessibles, ainsi que les comportements observables du logiciel ; une représentation incorrecte des fonctions du logiciel constitue une source d'erreurs non négligeable.
- Ils sont enclins parfois, voire souvent, à généraliser abusivement les résultats d'un nombre limité d'expériences et d'interactions ponctuelles.
- Ils éprouvent des difficultés à suivre les instructions et les consignes fournies, parce que : ils n'y prêtent pas une attention suffisante, et/ou ils ne parviennent pas à extraire de ces instructions les informations pertinentes et/ou encore, ils ne disposent pas des connaissances nécessaires à leur compréhension.
- La conjonction de ces difficultés est de nature à dérouter, inhiber et décourager les novices ; elle est même susceptible de conduire les moins motivés d'entre eux à l'abandon du logiciel.
- Il est difficile, pour des utilisateurs novices, de découvrir seuls, par la simple interaction avec le logiciel, la nature des pré-conditions qui régissent l'activation des fonctions et des procédures du logiciel, ainsi que d'anticiper ou d'interpréter les résultats et « effets de bord » de leurs actions.
- Les novices sont parfois incapables de déterminer les informations qui leur sont nécessaires ; et les messages d'aide ne sont pas toujours centrés sur leurs besoins spécifiques. Ce qui peut nuire à l'efficacité de l'aide.

Figure 5 : Difficultés des utilisateurs novices, d'après (Mack, Lewis et al., 1983)

Pour être en mesure de se représenter correctement le problème posé par la situation courante et de comprendre la réponse apportée, il faut disposer d'une connaissance préalable suffisante du domaine sur lequel porte la question. En conséquence, sauf à posséder un ensemble, difficile à cerner, de connaissances *a priori* sur le domaine d'application et sur

l'activité, le novice sera incapable de se représenter, et encore moins de formuler clairement ses besoins (Miyake et Norman, 1979).

Ces points peuvent représenter un handicap tel que la présence d'un système d'aide en ligne peut s'avérer totalement inefficace (si par exemple l'utilisateur ne peut pas accéder à l'information qui lui est nécessaire, ou comprendre et surtout appliquer l'information obtenue).

4. Conclusions

La conception des systèmes d'aide en ligne à l'utilisation de logiciels pose des problèmes spécifiques, en raison de la spécificité même des objectifs visés. Le système doit en effet permettre à l'utilisateur d'accéder aux informations qui lui sont nécessaires, tout en tenant compte des problèmes posés par le manque de connaissances et la propension de ce dernier à adopter des comportements contradictoires.

Pour un logiciel donné, le système d'aide doit néanmoins :

- assister le novice dans l'utilisation du logiciel ;
- plus généralement, lui faciliter l'acquisition des savoir-faire nécessaires pour maîtriser l'utilisation du logiciel sans perturber la réalisation des tâches qu'il envisage ;
- favoriser un apprentissage rapide, facile et durable de ces savoir-faire en les ancrant dans l'activité de l'utilisateur et en mettant à profit les possibilités d'interaction avec lui (Carroll et Mack, 1992).

Les systèmes d'aide posent de plus des problèmes d'utilisation spécifiques. Il faut ajouter aux difficultés d'utilisation dues au manque de connaissance des novices (présentées plus haut), le coût cognitif supplémentaire induit par le recours à l'aide, qui peut s'avérer non négligeable (Kearsley, 1988 ; Sellen et Nicol, 1990). En effet, lorsque l'utilisateur fait appel à l'aide pour sortir d'une impasse, il doit interrompre la tâche en cours et garder en mémoire les informations contextuelles nécessaires à la reprise de son exécution (objectif, plan d'exécution et état courant de réalisation, etc.).

Nous résumons ces difficultés dans la figure 6. Bien qu'elles nécessitent l'élaboration de solutions *ad hoc*, les difficultés citées sont de deux ordres : problèmes d'*utilisabilité* (3 et 4) et problèmes de *lisibilité* (2 et 5). La première difficulté, plus difficile à catégoriser, relève des deux.

1. la difficulté à trouver l'information recherchée ;
2. la non pertinence ou le manque de précision des informations délivrées par les systèmes d'aide, donc leur incapacité à fournir l'information spécifique désirée ;
3. la difficulté, pour l'utilisateur, de passer de son activité et de son contexte de travail courants à l'interaction avec l'interface de l'aide, et vice versa ;
4. la complexité de l'interface du système d'aide ;
5. la difficulté à comprendre les messages d'aide.

Figure 6 : Principaux problèmes d'utilisation de l'aide, selon (Kearsley, 1988 ; Sellen & Nicol, 1990)

En conséquence, la réalisation d'un système d'aide ne se limite pas à l'élaboration d'une base d'informations pertinentes. Il importe également de définir des modes d'accès à l'information efficaces (*i.e.* simples et rapides) et d'un coût cognitif minimum, de façon à interférer le moins possible avec l'activité du novice. Si l'accès à l'aide est trop coûteux, l'utilisateur limitera ses consultations ; s'il est inefficace, il renoncera à utiliser le système d'aide, surtout à la suite d'échecs répétés.

L'élaboration de méthodes d'accès efficaces ne suffit pas pour assurer le succès d'une aide en ligne. Il est nécessaire également que les informations délivrées soient exploitables. Un système d'aide incapable de fournir à l'utilisateur profane des informations qui lui soient compréhensibles, perd tout intérêt.

Les problèmes de lisibilité ont deux origines majeures. D'une part, il s'agit de l'incapacité du système d'aide à délivrer une information spécifique pertinente, du fait, par exemple, de son manque de sensibilité aux attentes spécifiques de l'utilisateur et au contexte d'interaction courant. D'autre part, ces problèmes ont pour origine l'insuffisance des connaissances du novice qui entraîne des difficultés pour comprendre ou interpréter correctement les informations données.

Pour conclure, la qualité de l'aide dépend essentiellement de deux facteurs : la qualité des méthodes d'accès à l'information proposées, la pertinence et l'intelligibilité de l'information donnée. Un déficit prononcé par rapport à l'un ou l'autre de ces critères suffit pour motiver un rejet de l'aide par les utilisateurs profanes.

Nous passons en revue, dans les deux chapitres suivants, les différentes solutions proposées dans la littérature pour résoudre les problèmes spécifiques d'utilité et d'utilisabilité soulevés par la conception de manuels d'utilisation et d'aides en ligne.

Chapitre 2

Des manuels aux systèmes d'aide en ligne

Duffy et al. distinguent plusieurs types d'aide, en fonction d'une part, des buts de ceux à qui l'assistance est destinée : achat du logiciel, apprentissage de son utilisation, utilisation proprement dite et, d'autre part, du type de support utilisé, électronique ou papier (Duffy, Palmer et al., 1992).

A partir de ces distinctions, les auteurs définissent différentes formes d'assistance : de la brochure de vente (pour « l'acheteur ») au système d'aide en ligne (pour les utilisateurs effectifs) en passant par les tutoriaux (pour « l'apprenant »). Cette classification est utile, dans la mesure où elle permet de caractériser les informations d'aide en fonction des objectifs des utilisateurs destinataires. Cependant, elle est insuffisante car elle ne tient pas compte, notamment, de la spécificité de la situation d'assistance à l'utilisation d'un logiciel.

Nous l'avons adoptée en partie pour organiser la présentation des recherches publiées au cours des quinze dernières années sur l'assistance à l'utilisation de logiciels. Nous présentons d'abord les travaux de recherche consacrés aux manuels et guides d'utilisation sous forme papier ; ceux-ci, à la différence des ouvrages didactiques, s'efforcent de tenir compte du caractère opérationnel des connaissances à maîtriser. La présentation des systèmes d'aide en ligne, qui mettent en outre à profit les possibilités offertes par l'interactivité, clôt cette partie.

A noter que cet ordre de présentation coïncide avec une mise en perspective historique des travaux de recherche menés pendant la période considérée ; ce qui permet la mise en évidence des progrès scientifiques réalisés dans le domaine de l'assistance à l'utilisation de logiciels pendant cette période.

1. Manuels et guides d'utilisation sur support papier

A partir d'études empiriques centrées sur l'utilisation effective de manuels d'aide, Carroll et al. ont défini, sous forme de principes généraux, les objectifs que doivent viser les concepteurs pour réaliser des manuels et des guides d'utilisation susceptibles de satisfaire les besoins et les attentes des utilisateurs profanes (Carroll, Smith-Kerker et al., 1987). Ces recommandations constituent les fondements du paradigme du « manuel minimum » (*minimal manual*). Nous présentons et discutons les principaux d'entre eux dans la suite du paragraphe.

1.1. Objectifs des guides de conception

Les manuels d'utilisation sont des documents procéduraux dont la finalité consiste à fournir à l'utilisateur une information en vue d'une action. Dans ce cas, la compréhension de l'information est finalisée par des objectifs d'action (Sticht, 1985 ; Richard, 1994).

Pour pouvoir réaliser une procédure quelconque, les utilisateurs doivent, à partir des informations fournies par le manuel, créer un plan d'action spécifiant la séquence d'actions à réaliser, sur la base de la représentation de la situation ou du modèle mental qu'ils ont pu élaborer. Or on constate qu'en général le discours procédural est ambigu, vague et fragmentaire et que les instructions sont rarement entièrement explicites (Richard, 1990).

L'utilisateur doit donc se livrer à une activité inférentielle, c'est-à-dire dériver de nouvelles informations à partir des informations données dans les instructions, de l'état du dispositif et de ses propres connaissances, dans le but de produire une procédure qui soit applicable au cas particulier recherché (Richard, 1995). Cette activité constitue un point critique dans l'utilisation d'instructions (Fong, Kranz et al., 1986). Les objectifs des guides de conception ergonomique sont d'aplanir ces difficultés pour rendre les instructions aussi opérantes que possible.

1.2. Principes constitutifs du paradigme du « minimal manual »

Le paradigme du manuel minimum propose un modèle « minimaliste » des qualités ergonomiques que doit posséder un manuel d'initiation à l'utilisation d'un logiciel destiné aux utilisateurs profanes (Carroll, Smith-Kerker et al., 1987). Trois objectifs principaux (cf. Figure 7) doivent présider, selon les auteurs, à la conception de manuels efficaces, c'est-à-dire qui permettent aux utilisateurs novices de maîtriser rapidement et facilement l'utilisation d'un logiciel.

Chacun des points constitutifs du manuel minimum a donné lieu à des recherches variées, portant notamment sur la définition de méthodes d'organisation de l'information efficaces, au sens où elles facilitent à l'utilisateur la recherche des informations dont il a besoin. Ont été abordés également dans ce cadre, le guidage de l'utilisateur dans la réalisation interactive de tâches, la détection et la correction de ses erreurs, les problèmes de présentation des informations (temps nécessaire à la prise de connaissance d'une information, compréhension des messages d'aide, etc.).

Nous commentons et discutons les trois principes de conception fondateurs du concept de manuel minimum, ainsi que les recommandations qui en dérivent.

Principes de conception constitutifs du manuel minimum :

- Donner au novice les moyens de réaliser des tâches effectives dès ses premières interactions avec le logiciel ou, en d'autres termes, orienter l'initiation vers la réalisation précoce de tâches par l'utilisateur (task-oriented training) ;
- réduire au minimum le volume du texte que le novice doit lire pour parvenir à une utilisation efficace du logiciel ou de l'une de ses fonctions ;
- faciliter au novice la détection et la correction de ses erreurs d'utilisation.

Figure 7 : Principes de conception du paradigme du manuel minimum. D'après (Carroll, Smith-Kerker et al., 1987).

1.3. Initiation "orientée tâche"

Les premières recommandations ergonomiques consacrées à l'organisation des manuels préconisaient l'adoption d'une présentation hiérarchique des connaissances, en accord avec la structure hiérarchique des objectifs didactiques (Gagne & Briggs, 1979). Une telle approche imposait donc aux utilisateurs d'acquérir les connaissances et savoir-faire nécessaires à l'utilisation efficace d'un logiciel, selon un ordre et une progression définis à partir de considérations didactiques étrangères à leurs préoccupations.

En outre, dans son principe même, une organisation hiérarchique augmente la difficulté d'accéder, dans le contexte de l'interaction effective avec un logiciel, à une information d'aide spécifique car elle se prête mal à des accès de type associatif. Carroll et Mazur ont montré que les utilisateurs profanes peuvent « passer à côté » d'informations cruciales s'ils doivent, pour acquérir une connaissance ou un savoir-faire donné, réunir et composer eux-mêmes des informations éparpillées, obtenues au terme de consultations répétées d'un manuel (Carroll & Mazur, 1986).

Le manuel minimum préconise en revanche d'adopter une structure où les informations d'aide soient organisées en fonction des tâches qu'elles permettent de réaliser. Par opposition à l'approche précédente, fondée sur une logique du fonctionnement du dispositif, le manuel minimum adopte une logique fondée sur l'utilisation (Richard, 1983).

Une telle structuration vise à rendre possible la réalisation immédiate des objectifs d'action, en permettant au novice d'accéder à l'ensemble des informations nécessaires à la réalisation de son objectif courant ; elle est de nature également à lui faciliter l'obtention des informations pertinentes pour résoudre les difficultés qu'il est susceptible de rencontrer dans des contextes variés d'utilisation du logiciel.

Cette approche se fonde donc sur une distinction de fait entre connaissances conceptuelles, portant sur le fonctionnement du dispositif et englobées dans des connaissances sémantiques plus générales, et connaissances structurelles, concernant la structure et l'organisation d'une procédure (Dixon, Zimmerman et al., 1997). Une telle approche relègue au second plan l'acquisition d'un modèle conceptuel du fonctionnement du système.

Il ne faut toutefois pas négliger l'importance du rôle joué par le modèle conceptuel du dispositif dans l'interprétation et l'application des instructions. Des utilisateurs à qui l'on donne l'opportunité de construire un modèle mental du dispositif peuvent en effet se montrer plus rapides et plus précis dans l'exécution des instructions (Kieras et Bovair, 1984). Un tel modèle peut également permettre une meilleure interprétation des réactions du dispositif dans le but d'établir des diagnostics d'erreurs (Foss, Smith-Kerker et al., 1987).

1.4. Clarté et concision de l'information

Le principe de concision vise à répondre à une attente des utilisateurs qui, en raison de leurs objectifs, souhaitent consacrer à la consultation des guides un temps aussi court que possible. Dans ce but, pour que les informations d'aide sous forme textuelle puissent être effectivement prises en considération et assimilées par les utilisateurs novices, il faut que leur formulation soit la plus concise possible. Leur volume doit également être limité, ne serait-ce que pour tenir compte du paradoxe de motivation qui caractérise cette catégorie d'utilisateurs. Enfin, il convient de proscrire tout jargon informatique et, dans la mesure du possible, d'utiliser la langue naturelle courante.

Ces recommandations peuvent cependant s'avérer contre-productives. En utilisant des recettes de cuisine, Dixon, Faries et Gabrys (Dixon, Faries et al., 1988) ont montré que des lecteurs non familiers avec la tâche étaient plus affectés par le format de présentation du texte que des lecteurs familiarisés avec la tâche. Si on compare les performances obtenues par des utilisateurs ayant recours à des instructions sous un format linéaire (étape par étape) et sous forme d'un menu hiérarchisé, les instructions linéaires obtiennent de meilleurs résultats (Kieras, Bovair et al., 1984). Dans la condition « menu hiérarchisé », les utilisateurs ont montré une propension à tenter d'inférer en partie les instructions et leur enchaînement, plutôt que d'explorer systématiquement menus et sous-menus (cf. le paradoxe cognitif) ; un tel comportement induit un nombre élevé d'erreurs. Dans le cas d'instructions linéaires, qui proposent directement la suite des actions élémentaires à réaliser, les utilisateurs produisent moins d'inférences. Cette présentation des instructions pallie le manque de connaissances initial des utilisateurs.

Le choix du degré de précision des informations est donc à considérer avec attention, et l'application à la lettre des résultats de cette étude doit être relativisée pour produire des manuels pertinents.

Nous examinons plus loin les travaux consacrés à d'autres modalités de présentation.

1.5. Détection et correction des erreurs

Les erreurs humaines, contrairement aux apparences, ne sont pas de nature aléatoire. Le modèle élaboré par Reason (Reason, 1990) montre qu'elles relèvent de trois catégories principales. Il peut s'agir de défaillances concernant la mise en oeuvre d'automatismes, de règles ou de connaissances déclaratives. Cette classification des erreurs repose sur un modèle de l'activité développé par Rasmussen, qui a pour origine l'analyse des protocoles verbaux de techniciens dépannant des appareils électriques (Rasmussen, 1986). Ce dernier détaille trois niveaux de maîtrise, correspondant à des niveaux décroissants de familiarité avec l'environnement ou avec la tâche (cf. Figure 8). Plus l'expertise augmente, plus les mécanismes du contrôle cognitif sont effectués du niveau d'activité mentale basé sur des

connaissances déclaratives vers celui du contrôle automatique. Les trois niveaux fonctionnent en parallèle.

Niveaux d'activité/contrôle et erreurs

- **Niveau basé sur les automatismes** : l'activité de l'homme est contrôlée par des configurations mémorisées d'instructions préprogrammées représentées comme des structures analogiques dans l'espace-temps. A ce niveau, les erreurs sont soit des déclenchements de comportements cohérents mais à un moment et/ou dans un lieu inopportun, soit des omissions.
- **Niveau des règles** : ce niveau est utilisé pour la résolution de problèmes familiers dont les procédures de réalisation sont contrôlées par des règles mémorisées de type " si () alors () ". Les erreurs correspondent à une mauvaise classification de situations qui conduit à l'application de règles inappropriées ou au rappel inadéquat de procédures.
- **Niveau des connaissances déclaratives** : ce niveau intervient au cours de la réalisation de tâches nouvelles pour lesquelles les actions doivent être planifiées en temps réel. Cette planification s'appuie sur des processus analytiques et des connaissances mémorisées, et requiert un contrôle constant. Les erreurs sont dues à des connaissances incomplètes ou incorrectes.

Figure 8 : Niveaux d'activité et erreurs (Reason, 1990).

Au niveau des connaissances déclaratives, l'aide à l'utilisateur doit fournir les informations nécessaires aux utilisateurs et compenser le manque de connaissance à l'origine des erreurs observées. Ces erreurs sont principalement de deux types (Norman, 1983). Il peut s'agir d'une erreur dans la formulation de l'intention de l'utilisateur (une telle erreur est appelée une méprise, *mistake*), ou d'une erreur au cours de la réalisation de la procédure (une telle erreur est appelée un faux pas, *slip*).

L'action de l'aide sur les erreurs doit donc être double. Elle doit permettre d'une part de favoriser l'expression d'intentions exactes et en accord avec l'objectif de réalisation des sujets pour réduire autant que possible les méprises. Elle doit, de plus, permettre aux utilisateurs de détecter et corriger les éventuels faux-pas réalisés. Cependant, ces difficultés impliquent la mise en œuvre de solutions qui ne sont pas compatibles avec les principes du manuel minimum.

Il est extrêmement difficile de fournir à l'utilisateur les informations nécessaires pour qu'il parvienne à détecter ses erreurs et à en identifier l'origine par lui-même. On peut envisager de déterminer, pour chaque type d'erreur, un ensemble discriminant d'indices fiables qui permettent au novice de découvrir facilement la présence d'une erreur et de la classer correctement en fonction de son origine. Or, nombre d'erreurs d'origine différente sont susceptibles de produire des effets partiellement ou totalement identiques. En outre, le contexte nécessaire pour lever l'ambiguïté peut s'avérer complexe. Par exemple, il peut englober un historique des actions précédant l'occurrence de l'erreur dont la portée est

difficile à définir, varie d'un type d'erreur à l'autre et, pour un même type d'erreur, d'une occurrence de l'erreur à l'autre. Cette complexité et cette ambiguïté rendent l'ambition de donner au novice les moyens nécessaires à une détection précise et à une interprétation fiable de ses erreurs, incompatible avec la concision et la simplicité d'expression imposées par le paradigme du manuel minimum.

Une autre solution consiste à fournir aux utilisateurs un modèle du fonctionnement du système. L'adéquation entre le modèle mental de l'utilisateur et le modèle de fonctionnement du dispositif est un facteur déterminant pour résoudre les problèmes liés aux erreurs (Goodstein, Andersen et al., 1988). La résolution de telles difficultés tendrait à favoriser la mise en œuvre de moyens permettant aux utilisateurs de développer un modèle conceptuel du fonctionnement du dispositif qui pourrait à la fois permettre d'éviter méprises et faux pas.

1.6. Conclusions

En appliquant les trois principes de conception que nous venons de décrire à la réalisation de manuels d'aide ou de guides d'utilisation, on peut effectivement améliorer l'efficacité des supports d'initiation des utilisateurs profanes à l'utilisation d'un logiciel. Cette amélioration se traduit notamment par une réduction du taux d'erreurs, un temps moyen de réalisation des tâches plus court, une diminution des recherches d'informations infructueuses, un temps d'apprentissage plus faible, une meilleure maîtrise générale du logiciel, etc. (Black, Carroll et al., 1987 ; Lazonder et Maij, 1993).

Les principes ergonomiques du manuel minimum représentent une contribution à la résolution des problèmes de lisibilité des informations d'aide. Leur apport à l'utilisabilité des manuels est également important, dans la mesure où leur mise en œuvre permet de prendre en compte, dans la conception des manuels et des guides d'utilisation, les comportements effectifs des utilisateurs profanes, ainsi que leurs besoins et leurs attentes réels (Carroll, Smith-Kerker et al., 1987).

Cependant, l'application de ces principes n'est pas sans poser d'importants problèmes, de nature à contrarier les objectifs de conception visés. En effet, la simplification des informations à la base de ce paradigme de conception peut nuire à la lisibilité de l'information ainsi qu'à la prévention et à la correction des erreurs. Les principes du manuel minimum, s'ils décrivent un objectif de conception de manuel d'utilisation valide, ne peuvent cependant pas constituer un guide ergonomique de conception suffisant.

La mise sous format électronique des manuels d'utilisation a permis d'apporter des solutions à ces difficultés, notamment grâce à l'exploitation de l'interactivité des supports informatiques. L'ampleur des informations nécessaires à la réalisation d'une aide complète qui, sous le format papier peut constituer un handicap, est compensée par des méthodes de recherche et de présentation de l'information plus efficaces, rapides et "intuitives".

Nous présentons dans la partie suivante les travaux portant sur la réalisation de manuels d'aide en ligne et les problèmes posés par leur réalisation.

2. Manuels en ligne

D'un point de vue technique et pratique, les aides en ligne présentent plusieurs avantages par rapport aux manuels sur support papier. La réalisation d'un manuel sur support papier est beaucoup plus coûteuse que celle de son équivalent électronique. Le support papier rend en outre plus difficiles les modifications et les mises à jour nécessaires pour tenir compte des évolutions que subissent, d'une version à la suivante, les fonctions d'un logiciel, la syntaxe ou la sémantique de son interface ; ce qui voue les manuels sur support papier à une obsolescence précoce. Les systèmes d'aide en ligne bénéficient au contraire des mêmes potentialités de diffusion, d'adaptabilité et de portabilité que tout logiciel.

Les guides ou manuels d'utilisation sous forme papier peuvent être disponibles également sous forme électronique (*i.e.*, sous forme d'un fichier ou d'une série de fichiers placés dans un ou plusieurs répertoires). Dans ce cas, de nombreux problèmes peuvent se poser du point de vue de l'accès aux documents et de la recherche de l'information, de la portabilité du support d'aide, etc. Nous ne détaillerons pas les aspects liés à la transposition réalisée ici. Nous ne présenterons dans cette partie que les travaux consacrés aux documentations interactives.

Nous décrivons, dans un premier temps, comment les concepteurs d'aides en ligne ont mis à profit l'interactivité à leur disposition pour offrir aux utilisateurs profanes des moyens d'accès aux informations d'aide plus faciles et plus efficaces que ceux autorisés par les manuels sur support papier. Cette évolution des moyens d'accès s'accompagne nécessairement d'une évolution de l'organisation des informations d'aide que nous évoquons en parallèle.

Les recherches sur les méthodes d'accès et la structuration des informations d'aide ont surtout permis d'améliorer l'utilisabilité des systèmes d'aide. Pour améliorer la lisibilité des messages d'aide, les études ont porté essentiellement sur l'utilisation de la multimodalité ; elles sont évoquées dans le paragraphe 2.5.

2.1. Méthodes d'accès aux informations d'aide – Généralités

Le recours à un support électronique plutôt qu'à un support papier transforme profondément la tâche de recherche d'informations (Palmer, 1992). La consultation d'un manuel sur support papier détourne davantage l'utilisateur de son activité principale que celle d'une aide en ligne, car elle lui impose, outre l'interruption de son activité principale (*i.e.* l'interaction avec le logiciel utilisé), un changement de support. Les systèmes d'aide en ligne, en offrant

une meilleure intégration de la consultation de l'aide à la réalisation de la tâche courante, peuvent réduire le coût de la consultation et ainsi améliorer l'utilisabilité de l'accès à l'aide.

Cependant, pour obtenir un système d'aide en ligne dont l'utilisabilité soit nettement supérieure à celle du manuel sur support papier correspondant, il faut développer des méthodes spécifiques d'accès aux informations, qui mettent à profit l'interactivité du contexte d'utilisation. Cohill et Williges (Cohill et Williges, 1985) ont mené une étude visant à déterminer les facteurs susceptibles de faciliter la consultation d'une aide en ligne. L'objectif des auteurs était de comparer l'efficacité de l'aide fournie respectivement par un manuel sur support papier et sa version en ligne, en fonction de deux variables :

- l'initiative de la consultation : à l'utilisateur vs au système ;
- l'initiative de la sélection des thèmes : à l'utilisateur vs au système.

Ont participé à cette étude 72 sujets qui devaient réaliser différentes tâches d'édition grâce à un logiciel de traitement de textes. Les résultats quantitatifs comprennent : le temps moyen nécessaire à la réalisation d'une tâche, le nombre moyen d'erreurs commises par tâche effectuée, et le nombre moyen de commandes nécessaires à la réalisation d'une tâche.

Dans la condition où l'initiative du recours à l'aide et la sélection des thèmes sont laissées aux sujets, les résultats (cf. Figure 9) indiquent sans ambiguïté, pour le jeu de mesures choisi, que la consultation d'un manuel en ligne est moins efficace que celle d'un manuel sur support papier.

En revanche, lorsque les sujets peuvent accéder à l'aide en ligne de leur propre initiative, mais sont guidés dans la sélection des thèmes par le système, les résultats s'inversent : la consultation de l'aide en ligne s'avère plus efficace que celle du manuel sur support papier. Dans les conditions où les sujets bénéficiaient d'une assistance à la sélection des thèmes, leur consultation du manuel en ligne s'est révélée plus efficace que celle du manuel sur support papier.

| Présentation | Temps/Tâche (s) | Erreurs/Tâche (nb.) | Commandes/Tâche (nb.) |
|--------------|-----------------|---------------------|-----------------------|
| Manuel | 293,1 | 0,4 | 8,4 |
| En ligne | 350,9 | 1,1 | 13,5 |

1. Initiative du recours à l'aide et sélection des thèmes laissées à la charge des sujets.

| Présentation | Temps/Tâche | Erreurs/Tâche | Commandes/Tâche |
|--------------|-------------|---------------|-----------------|
| Manuel | 442.2 | 2.0 | 17.7 |
| En ligne | 382.2 | 1.8 | 17.6 |

2. Initiative du recours à l'aide laissée aux sujets, sélection des thèmes à la charge du système.

Figure 9 : Consultation d'informations d'aide par navigation – Performances dans différents contextes (Cohill & Williges, 1985), d'après (Kearsley, 1988)

L'évolution générale des méthodes de représentation et de consultation des grands ensembles d'informations a influencé la conception des systèmes d'aide en ligne. Quelques prototypes

de laboratoire sont apparus, qui ont proposé successivement, pour la recherche des informations d'aide, la consultation de bases de données/connaissances, la navigation dans des hypertextes ou des documents hypermédias, un dialogue autorisant l'usage de la langue naturelle avec ou sans contraintes d'expression. Nous présentons, dans l'ordre adopté ci-dessus, ces différentes approches.

2.2. Consultation de bases de données

La représentation des informations d'aide sous la forme d'une base de données est déjà une approche ancienne. Elle a été étudiée notamment par Borenstein (Borenstein, 1985) pour structurer un manuel Unix en ligne et représente désormais un mode courant d'accès à l'aide (voir l'aide associée aux logiciels distribués sous la plate-forme Microsoft Windows).

Les méthodes de consultation proposées pour accéder aux bases d'informations d'aide peuvent être de plusieurs nature mais sont en général basées sur des formes d'interrogation simples permettant un accès par mots-clés ou associations de mots-clés. Des méthodes d'interrogation plus complexes sont en général exclues parce que d'une utilisation difficile¹, susceptible de décourager les novices et de les faire renoncer à consulter l'aide en ligne.

L'accès par mots-clés représente une forme d'accès associatif à l'information, facile à utiliser en raison de sa simplicité et de son caractère intuitif. En outre, l'accès associatif aux informations d'aide facilite à l'utilisateur l'élaboration autonome des connaissances et savoir-faire qui lui sont indispensables pour réaliser les tâches envisagées. Ce type d'accès offre des moyens simples pour accéder aux informations utiles à la construction d'une compétence individualisée, et permet à l'utilisateur d'acquérir par lui-même cette compétence.

Cependant, les réalisations actuelles nous semblent insuffisantes pour deux raisons principalement. D'abord, dans un processus de recherche d'information naturel, la formulation des requêtes se fait selon un procédé itératif qui conduit, par raffinements successifs, à définir l'information cherchée jusqu'à obtenir une précision suffisante. Cette stratégie de recherche traduit la difficulté éprouvée par les utilisateurs pour parvenir à une formulation précise de leurs besoins. Les techniques d'interrogation actuelles n'offrent pas encore une souplesse d'utilisation suffisante pour apporter une solution satisfaisante au problème posé à l'utilisateur par la formulation des requêtes, malgré les recherches effectuées en ce domaine (Raskutti et Zukerman, 1997).

D'autre part, les moyens de consultation simplistes utilisés ne tiennent pas compte des spécificités de l'information contenue dans la base de données, ni de la sémantique de l'interrogation. De sorte que les réponses apportées aux interrogations des utilisateurs sont de nature à dérouter ces derniers par leur manque de pertinence et par leur hétérogénéité.

¹ Par exemple, elles font souvent intervenir des connecteurs logiques.

2.3. Navigation dans des documents hypermédias

Un hypertexte offre la possibilité, à partir d'un texte affiché à l'écran, ou « page » courante, d'accéder à une autre page (du même texte ou d'un autre texte), en sélectionnant une « ancre » dans la page courante¹. L'application de cette méthode de « navigation » à des documents multimédias permet de créer des hypermédias.

La navigation est une forme d'accès associatif qui allie une grande flexibilité à une simplicité d'utilisation remarquable. Elle est particulièrement adaptée à l'aide en ligne car elle permet de guider l'utilisateur dans l'exploration des informations tout en lui laissant une marge d'initiative. D'une part, le concepteur contrôle le choix et le nombre d'ancres créées. En insérant ces ancres dans un contexte approprié, on offre à l'utilisateur la possibilité de se faire une idée précise des informations auxquelles la sélection d'une ancre lui donne accès. D'autre part, l'utilisateur a la possibilité de personnaliser sa recherche, puisque le choix des ancres qu'il active lui appartient.

L'application des techniques de navigation à l'aide en ligne, qui ne soulève aucun problème particulier de mise en œuvre logicielle, a permis notamment la structuration thématique du contenu des manuels existants. Pour obtenir une information, l'utilisateur sélectionne le thème dont relève l'information ; si les thèmes sont organisés hiérarchiquement, la consultation peut impliquer la sélection successive de plusieurs ancres.

La navigation à l'aide de liens hypertextes apparaît donc comme un compromis pertinent entre les impératifs d'efficacité et la simplicité d'utilisation ; ce qui explique pourquoi elle est souvent proposée aujourd'hui encore, parallèlement à d'autres méthodes d'accès, aux utilisateurs des systèmes d'aide en ligne associés aux logiciels grand public.

Toutefois, la conception d'un document hypertexte ou hypermédia s'avère d'une grande complexité, en raison même de la richesse des possibilités offertes au concepteur. Il est important de noter que, en l'absence d'une structuration claire des informations, la navigation dans un grand ensemble de données est de nature à désorienter l'utilisateur, qui risque de se perdre dans l'espace des informations d'aide, ce qui contribue à l'échec de la réalisation de la tâche (Conklin, 1987 ; Edwards et Hardman, 1989). L'utilisation de méthodes de navigation dynamiques permettant de personnaliser les recherches de l'utilisateur, grâce à l'établissement d'un profil personnalisé de l'utilisateur, peut contribuer à résoudre ces difficultés, par exemple en tenant compte, lors de la navigation des utilisateurs, de leurs précédentes requêtes (Nanard et Nanard, 1993 ; Garlatti et Iksal, 1999).

¹ Classiquement, une ancre est un mot (ou une expression) quelconque de la page affichée p1, auquel le concepteur de l'hypertexte a associé la référence (ou adresse) d'une autre « page » p2 ; lorsque l'utilisateur sélectionne l'ancre dans p1, p2 s'affiche en remplacement de p1.

2.4. Personnalisation de la recherche dans des systèmes statiques

Les méthodes de consultation proposées par les systèmes actuels sont limitées par l'aspect statique de l'interaction proposée. De sorte que les potentialités des systèmes informatiques ne sont pas pleinement exploitées et que la mise en ligne des documents d'aide n'est toujours pas d'un intérêt significatif pour les utilisateurs (Turk et Nichols, 1996).

Plusieurs solutions ont été proposées pour améliorer l'efficacité de ces systèmes statiques, sans recourir à la mise en œuvre de procédés et de connaissances dynamiques complexes. Nous détaillons ici deux approches étudiées dans la littérature, visant à améliorer l'efficacité d'une telle conception statique de l'aide en ligne. La première consiste à mettre à la disposition de l'utilisateur un historique de ses consultations antérieures, qui peut lui faciliter la recherche des informations qu'il souhaite obtenir. La seconde a pour objectif de permettre une organisation centrée utilisateur des informations pour faciliter l'intuitivité des recherches d'information.

2.4.1. Création et utilisation d'un historique des interactions

La génération d'une mémoire ou historique des interactions de l'utilisateur avec l'aide en ligne offre des possibilités d'assistance à la navigation dans les bases d'informations d'aide par la personnalisation des recherches des utilisateurs (Moore et Swartout, 1990). Cohill et Williges (Cohill et Williges, 1985) ont montré qu'en mettant à la disposition de l'utilisateur une trace de ses accès antérieurs à la base d'informations d'aide, on améliore l'efficacité de sa navigation. La consultation de cette trace offre en effet des possibilités d'auto-guidage dans la sélection des thèmes, pour les fragments de la base d'aide visités antérieurement. Elle permet aussi de réduire l'espace de recherche en facilitant l'accès à des informations sur des thèmes voisins de ceux consultés antérieurement, ou l'obtention d'informations complémentaires sur un sujet déjà « visité ». En donnant à l'utilisateur les moyens de naviguer dans cet historique à l'aide de liens hypertextes, on rend sa consultation simple et rapide.

De plus, en offrant à l'utilisateur la possibilité de consulter un historique de ses interactions antérieures avec la base d'informations d'aide, on favorise l'établissement d'un dialogue intérieur exploitable en tant qu'interaction didactique puisqu'il facilite au novice la création de repères au sein de la base. En didactique en effet, dans une approche sollipsiste, le concept de dialogue d'aide intériorisé est exploité pour son aptitude à stimuler la réflexion de l'utilisateur. Un tel dialogue ne vaut que par la capacité d'auto-explication du sujet, ici l'utilisateur, à qui il fournit un support de réflexion (Howie et Vicente, 1998).

La mémorisation des interactions de l'utilisateur avec le système d'aide présente donc un double intérêt : d'une part, elle facilite ses recherches ultérieures d'informations, d'autre part, elle constitue un support capable de stimuler ses capacités d'auto-apprentissage. Un tel historique permet donc d'améliorer l'efficacité et l'utilisabilité de la navigation dans les bases d'informations d'aide. Il permet également de donner une dimension didactique à

l'interaction de l'utilisateur avec l'aide sans pour autant faire de cette dimension un objectif du système d'aide.

Un tel historique, comprenant la trace des recherches effectuées par l'utilisateur, en conjonction avec l'exploitation d'un profil de l'utilisateur (liste de mots-clefs décrivant ses centres d'intérêt) et d'un agent personnel de recherche (moteur d'inférence agissant à partir de la trace des recherches de l'utilisateur courant), a été exploité pour réaliser un système de recherche d'informations personnalisées (Petit-Rozé, Strugeon et al., 2000).

2.4.2. Organisation centrée utilisateur des informations

Une seconde approche visant à améliorer l'efficacité des systèmes d'aide statiques consiste à adopter une approche de conception centrée utilisateur dans le but de réaliser des bases d'informations mieux adaptées aux besoins de ces derniers et surtout aux types d'interrogation rencontrés. La constitution et l'analyse de corpus de dialogues d'aide représentatifs des échanges utilisateur-système dans le cadre d'une application particulière constituent des études préalables indispensables à une telle approche. Les résultats de telles études, notamment ceux concernant l'objet et la forme des demandes d'information des utilisateurs, sont nécessaires pour obtenir une correspondance précise et robuste entre les interrogations des utilisateurs et l'organisation de la base d'informations.

Nous évoquons brièvement dans la suite du paragraphe deux études de corpus de dialogues, centrées sur un même objectif : la catégorisation des requêtes en langue naturelle adressées par des utilisateurs potentiels à un système d'aide simulé ou à des tuteurs humains.

Dans le cadre de l'étude de Roestler et McLellan (Roestler et McLellan, 1995), les demandes d'aide formulées par cinq sujets à l'intention d'un expert humain, ainsi que leurs commentaires spontanés (*thinking aloud*) au cours de l'interaction, ont été analysés en vue d'élaborer des recommandations ergonomiques susceptibles de faciliter aux concepteurs de systèmes d'aide la définition :

- d'un ensemble d'informations d'aide suffisant pour satisfaire les requêtes des utilisateurs ;
- d'une organisation de cet ensemble qui permette d'accéder facilement aux informations pertinentes, et optimise la navigation au sein de cet ensemble.

La taxonomie issue de cette étude empirique comprend dix classes de demandes d'informations, censées couvrir l'ensemble des besoins spécifiques des novices comme des experts (cf. Figure 10).

Taxonomies des demandes d'informations d'utilisateurs potentiels

- « Que dois-je d'abord savoir ? »
- « Comment faire ? » : demande d'informations procédurales permettant de réaliser une tâche (connaissance syntaxique, selon Shneiderman, 1993).
- « Qu'est-ce que cela ? » : demande d'information sur un objet de l'interface (connaissance sémantique, d'après Shneiderman 1993).
- « Que puis-je faire ensuite ? »
- Demande portant sur l'utilisation de l'aide (ou demande d'aide sur l'aide).
- Demande d'explication de la signification d'un terme.
- Conventions d'utilisation de la souris, du clavier, etc.
- Demande de documentation auxiliaire (sur le système, le domaine d'application etc.).
- Demande d'assistance externe (expert, 'Service clients').
- Numéro de version.

Figure 10 : Taxonomie des demandes d'informations d'aide, d'après Roestler et McLellan (Roestler et McLellan, 1995)

A noter que pour être en mesure de répondre de façon pertinente à des requêtes du type « Que puis-je faire ensuite ? », un système d'aide doit être capable, notamment, de construire et de gérer un historique des actions de l'utilisateur, de déterminer le but courant de celui-ci (à l'origine de sa dernière action), d'analyser l'état courant de l'interaction. En bref, il doit pouvoir acquérir et mettre en œuvre des informations dynamiques contextuelles. Nous évoquons les systèmes d'aide dotés de ces capacités dans le chapitre 3.

A la différence de celle de Roesler et McLellan, conçue à l'intention des développeurs de systèmes d'aide classiques, la taxonomie présentée par Pilkington (Pilkington, 1992) se situe dans une perspective de conception de dialogues d'aide « intelligents » en langue naturelle et vise à faciliter la génération, par le système d'aide, des réponses aux questions des utilisateurs. Ce qui conduit l'auteur à prendre en compte, outre la nature de l'information demandée, la forme des requêtes qui se répartissent dans quatre classes seulement (cf. Figure 11).

Les efforts réalisés pour offrir à l'utilisateur des possibilités de dialogue homme-machine en langue naturelle représentent une entreprise ambitieuse qui repose implicitement sur l'hypothèse que la communication humaine représente un modèle pertinent de l'interaction homme-machine, susceptible en particulier d'assurer sa transparence. Cependant, on ne peut adopter une telle hypothèse sans la valider expérimentalement et/ou empiriquement.

Or, certaines études empiriques suggèrent que, dans un même contexte d'activité et de communication, les comportements et les attentes des utilisateurs vis-à-vis d'un système de dialogue homme-machine en langue naturelle diffèrent de ceux que l'on observe entre interlocuteurs humains (Amalberti, Carbonell et al., 1993). D'autre part, des études sur la coopération humaine ont mis en évidence la remarquable faculté d'adaptation des locuteurs aux capacités et compétences de leur interlocuteur, en particulier à sa maîtrise de la langue dans laquelle se déroulent les échanges (Harris, Begg et al., 1980) et à ses capacités de communication verbale (Falzon, Amalberti et al., 1986). Enfin, quelques rares études comparatives, empiriques ou expérimentales, ont montré très tôt les limites, en termes d'utilisabilité et d'efficacité (rapidité, erreurs), de l'usage de la langue naturelle en situation d'interaction homme-machine, que ce soit pour exprimer des commandes (Hauptmann et Green, 1983), consulter une base de données (Small et Weldon, 1983) ou interroger une base d'informations d'aide (Borenstein, 1986). Ainsi, d'après Borenstein, la consultation d'une base d'informations d'aide à l'utilisation d'Unix (par des étudiants) est d'une efficacité identique, en termes d'acquisition de la maîtrise d'Unix, que l'interrogation se fasse à l'aide d'un langage artificiel d'interrogation de bases de données ou en langue naturelle écrite. Borenstein observe en outre que les étudiants du groupe utilisateur de la langue naturelle abandonnent progressivement, sous l'influence de la pratique, l'usage de celle-ci pour adopter un mode d'expression « télégraphique », véritable langage d'interaction artificiel personnalisé, qui se distingue de la langue naturelle par une utilisation massive des abréviations et des ellipses (pour ce qui est des mots-outils).

- « Comment faire pour ... » : l'utilisateur souhaite connaître la procédure à exécuter ou la fonction à activer pour effectuer une tâche dont la réalisation représente son objectif courant.
- « Pourquoi ... » : l'utilisateur souhaite comprendre le comportement du système, en particulier lorsque l'état courant de celui-ci ne correspond pas au résultat escompté, souvent à la suite d'une erreur d'utilisation de sa part ; il s'agit d'une demande d'évaluation, d'explication.
- « Est-il possible ... » : ce type de question traduit une volonté d'explorer les fonctionnalités du logiciel.
- « Quel est l'objet (commande, mode, etc.) permettant de ... » : les questions relevant de cette classe se distinguent de celles de type « Comment », dans la mesure où les premières précisent la nature de l'information spécifique cherchée dans le contexte de l'élaboration par l'utilisateur lui-même d'une planification de son interaction avec le logiciel, tandis que les secondes, beaucoup plus vagues, représentent de sa part, une demande de prise en charge (guidage) de la réalisation d'une tâche qui constitue son objectif courant, ou de la résolution d'une difficulté, d'un blocage qu'il ne parvient pas à surmonter.

Figure 11 : Taxonomie des requêtes de demandes d'aide, d'après Pilkington (Pilkington, 1992).

2.5. Présentation des informations : apports de la multimodalité

Nous avons jusqu'à présent étudié les modalités d'accès à l'information utilisées dans les systèmes d'aide en ligne statiques visant à résoudre les problèmes d'accès à l'information rencontrés par les utilisateurs. Nous explorons dans cette partie les travaux effectués autour de la problématique de la « lisibilité » de l'information trouvée. Cette recherche s'est surtout articulée autour de l'exploitation des potentialités développées par les travaux portant sur la multimodalité.

2.5.1. Contexte scientifique : essor des recherches sur l'interaction multimodale

La diversification des modalités d'interaction homme-machine, grâce aux progrès technologiques et logiciels réalisés au cours des années 80, a suscité de nombreuses recherches en génie logiciel et en ergonomie, sur la mise en œuvre des nouvelles modalités disponibles pour la présentation des informations et l'expression des utilisateurs. En ce qui concerne la présentation des informations, une attention particulière a été accordée au cours de cette période à la définition de combinaisons de modalités acceptables par les utilisateurs, c'est-à-dire qui facilitent la compréhension et la mémorisation des messages du système.

Les travaux de Bernsen dans ce domaine ne peuvent être ignorés, en particulier la taxonomie générale des modalités qu'il a élaborée pour tenir compte à la fois de la nature des informations transmises à l'utilisateur et des données dont on dispose sur la perception et le fonctionnement cognitif humains (Bernsen, 1994). Les taxonomies définies par Coutaz et Caelen (Coutaz et Caelen, 1991) et Coutaz et al. (Coutaz, Nigay et al., 1995) sont applicables à la présentation des messages système bien qu'elles soient issues de l'analyse des modalités destinées aux utilisateurs ; elles tentent de caractériser les différentes formes possibles de combinaison des modalités, mais de façon beaucoup plus grossière que la classification réalisée par Bernsen. La taxonomie, plus fine, présentée par Vernier et Nigay (Vernier et Nigay, 2000) porte exclusivement sur la combinaison des modalités de présentation.

Même lorsqu'elles sont destinées en priorité aux concepteurs, ces taxonomies sont difficiles à mettre en œuvre pour concevoir des présentations pertinentes, en raison d'un développement encore insuffisant des méthodes/outils de mise en œuvre et de critères d'évaluation ergonomique validés empiriquement et/ou expérimentalement.

Nous présentons dans la suite du paragraphe une revue des recherches effectuées au cours des dix dernières années pour exploiter les possibilités offertes par la multimodalité, que celle-ci mette en jeu des modalités de présentation classiques ou nouvelles. Des pistes d'application de ces conclusions à la conception de messages d'aide multimodaux sont proposées au fur et à mesure de la présentation.

2.5.2. Multimédia vs multimodalité

Nous reprenons à notre compte la distinction établie par Coutaz et Caelen (Coutaz et Caelen, 1991) entre multimodalité et multimédia. Selon ces auteurs, la multimodalité exige une connaissance de la sémantique des informations transmises par les différents médias ; son domaine privilégié d'utilisation est donc l'interaction homme-machine. Une telle connaissance est inutile en revanche, pour effectuer les traitements multimédias classiques : stockage, restitution et présentation d'informations exprimées dans divers médias ¹.

2.5.3. Texte, graphique et animation

Les premières formes de multimodalité à faire l'objet d'une caractérisation ergonomique résultent de la combinaison de modalités exclusivement visuelles, exploitées dès l'apparition et la diffusion des interfaces graphiques au début des années 80. Il s'agit du texte, du graphique et de l'animation.

Afin d'évaluer l'effort requis pour maîtriser l'utilisation d'une interface, Schneiderman (Schneiderman, 1987) fait l'hypothèse que cet apprentissage est comparable à celui d'une langue naturelle et distingue plusieurs types de connaissances. Dans son modèle initial publié en 1979, Schneiderman oppose :

- les *connaissances syntaxiques* (cf. par exemple la syntaxe des commandes d'un système d'exploitation, ou les suites d'actions élémentaires licites dans le cas de la manipulation directe) ;
- aux *connaissances d'ordre sémantique* (i.e. la signification des messages et des objets graphiques affichés, ainsi que les résultats des actions de l'utilisateur sur l'interface).

Cette classification incite à caractériser les modalités visuelles citées plus haut en fonction de leur aptitude à améliorer l'assimilation de l'un ou l'autre type de connaissances, en vue de faciliter au concepteur la sélection et la combinaison de ces modalités dans la présentation des informations d'aide.

2.5.3.1. Formats texte et graphique

De toute évidence, le texte représente une modalité privilégiée pour l'expression des connaissances syntaxiques, et donc pour présenter des informations procédurales. Les représentations graphiques en revanche, employées seules (cf. les icônes par exemple) ou

¹ Toutefois, si les traitements effectués lors de l'acquisition d'informations multimédias se distinguent facilement de ceux impliqués dans la saisie et l'interprétation de commandes multimodales, la distinction entre présentations multimédias et messages système multimodaux est plus difficile à établir, certains des objectifs présidant au choix des modalités pouvant être similaires. Par exemple, une présentation d'informations multimédias et un message multimodal peuvent viser tous deux à faciliter la compréhension et la mémorisation des informations présentées. En revanche, le choix des modalités peut être dicté (au moins en partie), par des considérations esthétiques dans le cas d'une présentation multimédia, par des exigences de clarté et de concision dans le cas d'un message multimodal.

associées à un texte (*cf.* notamment les schémas et les diagrammes), semblent plus à même de faciliter la compréhension des informations sémantiques. Par exemple, leur intelligibilité (ou lisibilité) est supérieure à celle d'un texte pour désigner un objet graphique qui intervient dans la réalisation d'une procédure et donc dans sa description. Ces assertions sont confirmées par une étude de Booher (Booher, 1975) montrant que le texte constitue le format le mieux adapté pour présenter les actions à réaliser tandis que les illustrations sont plus efficaces lorsqu'il s'agit de présenter des objets.

Néanmoins le choix de la modalité ou forme de multimodalité employée ne doit pas être influencé seulement par les capacités d'expression de chaque modalité. D'autres critères sont à prendre en compte, notamment les performances des utilisateurs : plusieurs expériences montrent que texte et illustration conduisent à des performances différentes lorsqu'ils sont présentés séparément (Bransford et Johnson, 1972 ; Bieger et Glock, 1985). Bieger et Glock (Bieger et Glock, 1985) ont par exemple montré que l'information spatiale induit moins d'erreurs lorsqu'elle est présentée sous forme de texte alors qu'elle induit un temps plus bref de réalisation lorsqu'elle est présentée sous forme d'illustrations.

De plus, texte et image apportent des contributions individuelles conjointes à l'apprentissage et à la réalisation de procédures qui dépassent les capacités de représentation de l'information de chacune de ces modalités considérées séparément. Comparativement au format texte seul ou graphique seul, les formats mixtes induisent de meilleures performances qui se traduisent par des temps de réalisation plus brefs et un nombre d'erreurs moins élevé (Booher, 1975 ; Stone et Glock, 1981 ; Morrell et Park, 1993).

2.5.3.2. Apports de l'animation

L'apport de l'animation à la compréhension des informations présentées sous forme graphique est un sujet de controverse au sein de la communauté scientifique depuis le début des années 90. Si Palmiter et Elkerton (Palmiter et Elkerton, 1991) estiment sa contribution positive en affirmant qu'elle favorise une compréhension immédiate des manipulations à réaliser, une évaluation présentée par Harrison (Harrison, 1995) ne met en évidence aucune différence significative, en termes d'efficacité, entre représentations graphiques fixes et animées. Une étude de synthèse (Bétrancourt et Tversky, 2000) confirme cette absence de consensus, en soulignant les divergences entre les conclusions des diverses études empiriques ou expérimentales consacrées à la mise en évidence, dans des situations d'interaction variées, des effets de l'animation sur les performances des utilisateurs.

La présentation visuelle des informations d'aide pourrait également tenter de mettre à profit les résultats des recherches actuelles sur la visualisation de grands ensembles d'informations. Ces recherches s'efforcent de tirer parti, pour la représentation et l'organisation spatiale des informations, des caractéristiques de la perception visuelle. Nous songeons entre autres aux représentations graphiques proposées pour attirer le regard de l'utilisateur sur des

informations d'un intérêt prioritaire tout en préservant sa perception de leur contexte ¹ (Lamping, Rao et al., 1995 ; Card, Mackinlay et al., 1999), ou bien aux représentations destinées à lui permettre de raffiner, préciser une information en « zoomant » sur elle (Bederson, Holland et al., 1996).

2.5.4. Modalités et formes de multimodalité nouvelles

Parmi les nouvelles modalités de présentation d'informations, la parole de synthèse est celle qui offre les possibilités les plus intéressantes à explorer pour la présentation des informations d'aide ².

La parole a d'abord été utilisée comme modalité de substitution, pour remplacer des modalités visuelles dans des situations d'interaction où l'accès à des informations graphiques est difficile, voire impossible, à savoir les situations où :

- les capacités attentionnelles de l'utilisateur sont mobilisées par d'autres activités ; c'est le cas des systèmes embarqués (cockpits d'avions, véhicules, etc.) ;
- sa capacité visuelle est insuffisante ; c'est le cas des interfaces destinées aux mal-voyants ;
- la situation interdit la présence d'un écran graphique ou n'autorise qu'un écran de taille réduite ; c'est le cas par exemple des applications qui utilisent comme support de communication le téléphone (dans le contexte de l'informatique mobile, entre autres).

La mise en œuvre de la parole en tant que modalité d'expression des messages d'aide constitue aujourd'hui, malgré son intérêt potentiel, un domaine d'application de la synthèse vocale encore peu développé. Pourtant, en offrant à l'utilisateur les moyens de « dialoguer » oralement avec le système d'aide, on évite de le distraire de son activité principale, l'interaction avec un logiciel *via* une interface graphique ³.

¹ grâce à une représentation de l'information « intéressante » et de son contexte sous la forme d'un arbre hyperbolique par exemple.

² la plupart des autres modalités nouvelles se prêtant mal à la transmission d'informations « linguistiques » au sens où l'entend Bernsen.

³ L'utilisateur peut même éventuellement mener en parallèle les échanges oraux avec l'aide et son interaction avec le logiciel, à condition d'être capable d'anticiper ses besoins d'assistance ; à noter que ce parallélisme requiert de sa part une certaine expérience de l'utilisation du logiciel et de l'interaction homme-machine que le novice par définition est loin de posséder ; il est donc réservé aux seuls utilisateurs expérimentés.

C'est du moins le présupposé qui est à l'origine d'une étude réalisée par De Vries et Johnson (DeVries et Johnson, 1997) portant sur la réalisation d'un prototype d'aide en ligne orale pour le contrôle, pendant la conduite d'un véhicule, d'un autoradio. Il s'agit de l'une des rares tentatives qui permettent de mesurer l'intérêt de la parole en tant que modalité de présentation des informations d'aide. Cependant, la situation considérée, même si sa fréquence est appelée à croître (*cf.* les systèmes embarqués), n'est pas représentative des situations habituelles d'interaction avec un système d'aide ¹.

De plus, il faut tenir compte des spécificités de la situation d'interaction avec une aide en ligne, au cours de laquelle les capacités attentionnelles des utilisateurs sont déjà mobilisées par une tâche de fond. L'utilisation d'une aide en ligne, dans l'éventualité d'une surcharge attentionnelle de la part de l'activité principale, pourrait s'avérer désastreuse (à ce titre, les recherches actuelles tendent à proposer de filtrer les informations vocales pour ne pas surcharger l'utilisateur dans des situations difficiles).

3. Discussion

Le survol des travaux scientifiques sur les problématiques de conception de manuels d'utilisation et d'adaptation de tels manuels à la situation « en ligne » montre les limites des deux approches. S'agissant d'outils aussi complexes que des logiciels informatiques, les recommandations ergonomiques générales, compilées dans le paradigme du manuel minimum, présentent des limites importantes.

L'intérêt du paradigme du manuel minimum n'est certes pas à nier. On constate lorsqu'on applique ces principes ergonomiques de conception, une réduction du taux d'erreurs, un temps moyen de réalisation des tâches plus court, une diminution des recherches d'informations infructueuses, un temps d'apprentissage plus faible, une meilleure maîtrise générale du logiciel, etc. (Black, Carroll et al., 1987 ; Lazonder et Maij, 1993).

Cependant, une réduction excessive du contenu des informations proposées par l'aide peut s'avérer préjudiciable à l'utilisateur, notamment dans le cadre de la construction d'un modèle conceptuel du dispositif. Un tel modèle s'avère pourtant primordial dans la compréhension des documents procéduraux et des stratégies d'identification et de correction des erreurs.

La mise en ligne de ces manuels d'utilisation permet de proposer un certain nombre de solutions à ces difficultés, en exploitant les potentialités d'interactivité des supports électroniques. Les langages d'interrogation de bases de données permettent d'effectuer des

¹ La commande d'un autoradio même sophistiqué est une activité moins complexe que la mise en œuvre d'un logiciel. En outre, elle représente une tâche secondaire effectuée parallèlement à une activité exigeante, génératrice de stress, la conduite d'un véhicule, tandis que l'utilisateur d'un logiciel partage à son gré son attention entre l'interaction avec le logiciel et le dialogue avec l'aide, en l'absence de toute contrainte temporelle.

recherches dans de grands ensembles d'informations de façon simple et rapide. De même, les technologies hypertexte permettent une navigation rapide et facile.

Cependant, proposer aux novices de chercher seuls les informations d'aide correspondant à leurs besoins en consultant une base de données ou en naviguant dans un hyperdocument, constitue une approche inappropriée, comme l'ont montré Cohill et Williges (Cohill et Williges, 1985). En effet, d'après les conclusions de leur étude, assister ou guider l'utilisateur dans la recherche des informations d'aide, plutôt que de lui laisser la responsabilité et la charge entières de cette recherche, améliore significativement l'utilisabilité de l'aide en ligne. Cette amélioration est particulièrement sensible, lorsque l'utilisateur, ce qui est le cas de nombreux novices, ignore l'organisation, hiérarchique ou associative, du « réservoir » d'informations qu'il consulte, ainsi que la nature et les limites de son contenu.

Plusieurs propositions visant à améliorer l'efficacité des systèmes d'aide sans mettre en œuvre des procédés « intelligents » complexes ont été proposées. La première consiste à offrir à l'utilisateur les moyens d'exploiter un historique de ses interactions avec le système d'aide qui conserve la trace de ses recherches précédentes. On rend ainsi possible un "dialogue" simple entre le système et l'utilisateur.

A plus long terme, une autre possibilité consiste à offrir des possibilités de dialogue complexe (voir en langue naturelle) avec le système d'aide. On peut ainsi obtenir une amélioration significative par rapport à l'approche précédente, car le dialogue peut permettre de faciliter aux utilisateurs le processus de recherche d'informations.

L'approche « centrée utilisateur » consistant à établir une classification des informations contenues dans le manuel en fonction des besoins des sujets constitue, selon nous, une avancée parmi les plus significatives. Cette approche a le mérite d'imposer une structuration des informations en fonction des besoins effectifs des utilisateurs. Cependant, cette démarche s'inscrit toujours dans une approche « statique » de l'aide qui laisse la recherche d'informations à la charge des utilisateurs et n'exploite donc que partiellement les potentialités offertes par le support informatique.

La lisibilité des messages, seconde priorité des concepteurs de manuels et de systèmes d'aide en ligne, dépend fortement des modalités de présentation utilisées. En ce qui concerne l'aide en ligne, qui offre des possibilités d'exploitation des modalités de présentation beaucoup plus riches que les manuels, on peut regretter la mise en œuvre tardive de la synthèse vocale. Des messages oraux peuvent offrir l'avantage de moins interférer avec l'activité principale de l'utilisateur, à savoir l'interaction avec un logiciel doté généralement d'une interface graphique, que des messages textuels et/ou graphiques.

Cette mise en œuvre tardive de la parole s'explique très probablement par la volatilité du support oral. Au contraire de messages oraux à courte durée de vie, les modalités graphique ou textuelle, stables, constituent une mémoire externe et un support d'information permanent que l'utilisateur peut consulter à loisir. L'exploitation de la modalité orale nécessite la mise

au point de modalités d'interaction spécifiques, permettant de proposer l'information à l'utilisateur au moment où celui-ci est à même de la traiter. Cela soulève la problématique du contexte d'utilisation de l'aide et de la synchronisation du système avec l'activité de l'utilisateur. La mise en œuvre de messages oraux s'inscrit donc dans la conception de systèmes d'aide dynamiques et intelligents, capables d'exploiter les informations relatives au contexte d'interaction.

De façon générale, l'incapacité des systèmes d'aide en ligne statiques à tenir compte des variations du contexte d'interaction en cours d'utilisation, mais également de l'évolution des connaissances et savoir-faire des utilisateurs constitue un handicap majeur. L'impossibilité de s'adapter aux besoins effectifs des utilisateurs en tenant compte de leurs caractéristiques individuelles (et notamment de leurs connaissances et motivations) peut s'avérer fatale pour l'efficacité de l'aide. L'abandon des systèmes d'aide en ligne fournis par les développeurs de logiciels actuels découle probablement de cette incapacité des systèmes à répondre aux besoins individuels.

De plus, le manque de sensibilité des systèmes d'aide au contexte courant d'interaction est souvent désigné comme un handicap majeur, compromettant la compréhension et l'utilisation des informations par les utilisateurs.

Dans cette perspective, nous terminons cette revue de l'état de l'art par l'évocation des aides en ligne contextuelles, dites « intelligentes », qui ne se bornent pas simplement à faciliter la recherche d'informations adaptées aux besoins de l'utilisateur profane. Plus ambitieuses que celles présentées dans cette partie, ces approches permettent une interactivité plus riche, dans la mesure où elles tentent de moduler dynamiquement leur stratégie d'intervention, le contenu et la forme des messages, en fonction notamment des connaissances et des intentions courantes de l'utilisateur et de l'interaction en cours.

Chapitre 3

Vers des aides en ligne contextuelles

Les systèmes d'aide en ligne évoqués dans la partie 2 ont une caractéristique commune qui limite sensiblement la flexibilité des échanges d'informations avec l'utilisateur : ils mettent en œuvre des connaissances exclusivement statiques, définies lors de la conception du système. Ainsi, le contenu et la présentation des informations fournies à l'utilisateur ne peuvent pas varier au cours de l'interaction pour tenir compte de l'évolution des connaissances de l'utilisateur et de ses besoins dans le contexte courant d'interaction. Ils sont incapables de s'adapter dynamiquement aux différentes catégories d'utilisateurs ni, *a fortiori*, à leurs caractéristiques individuelles et à la situation d'interaction courante.

Pour être capables d'offrir aux utilisateurs une assistance flexible et individualisée, comparable à celle fournie par les experts humains, les systèmes d'aide en ligne doivent se doter de connaissances sur l'utilisateur courant et le contexte de l'interaction. Ces connaissances sont stratégiques, dans la mesure où elles influencent les réactions du système d'aide, et dynamiques, au sens où elles sont élaborées à partir d'informations acquises et mises à jour pendant l'interaction.

A noter que l'on réduit considérablement la portée de l'aide offerte à l'utilisateur pour la détection et la correction de ses erreurs, en ignorant ces connaissances dynamiques. Or, faciliter à l'utilisateur la réalisation de cette tâche représente l'un des trois principaux objectifs que doit viser le concepteur, selon les auteurs du manuel minimum.

Nous présentons dans cette partie les recherches menées dans les deux directions suivantes : modélisation de l'utilisateur et prise en compte du contexte courant d'interaction.

1. Modèles de l'utilisateur : Elaboration et mise en œuvre

1.1. Généralités

Sutcliffe et Old ont proposé dès 1987 une taxonomie générale des différents modèles de l'utilisateur (*user models*) que l'on peut faire intervenir avec profit au cours des diverses étapes de la conception d'une interface (Sutcliffe et Old, 1987). Parmi les six classes de modèles proposées, quatre seulement sont applicables à la conception des systèmes d'aide ; nous les avons regroupées dans la figure 11 en trois classes, les classes 1, 3, 4, auxquelles nous avons ajouté les modèles de la classe 2 afin de tenir compte des recherches récentes sur les interfaces adaptatives¹.

¹ Dans la taxonomie de Sutcliffe et Old, la classe des « *knowledge models* », que nous n'avons pas retenue, est une sous-classe des modèles stéréotypiques ; elle vise à modéliser les connaissances et/ou les savoir-faire de l'utilisateur. Ces modèles statiques, qui doivent beaucoup aux travaux de recherche sur les « tuteurs intelligents », permettent de concevoir des interfaces adaptables, c'est-à-dire capables de s'adapter aux utilisateurs de chacune des classes du modèle, à l'initiative de ceux-ci ; de manière caricaturale, on peut voir un logiciel interactif adaptable comme un logiciel doté de plusieurs interfaces, une par classe d'utilisateurs.

1. les modèles statiques *a priori* qui se fondent sur des stéréotypes et classent les utilisateurs en fonction de critères généraux permettant de caractériser leurs motivations, leurs connaissances et savoir-faire initiaux ;
2. ceux qui tentent de cerner les compétences de l'utilisateur courant et de suivre leur évolution au cours de l'interaction ;
3. ceux qui analysent les actions récentes de l'utilisateur pour déterminer son but courant et être en mesure de l'assister dans la réalisation de celui-ci ;
4. les « représentations du système » : il s'agit de la représentation (*system image*) des capacités et du fonctionnement du logiciel, élaborée par l'utilisateur courant (ou une classe d'utilisateurs) au fur et à mesure de l'interaction, éventuellement à partir d'une représentation *a priori* de celles-ci.

Figure 12 : Taxonomie des modèles de l'utilisateur, à partir de Sutcliffe et Old (Sutcliffe et Old, 1987)

La suite de ce paragraphe contient une brève présentation de deux catégories de modèles qui recouvrent 3 des 4 catégories précédentes : les stéréotypes et les modèles évolutifs individualisés. Les méthodes ayant pour but de déterminer les intentions courantes des utilisateurs seront abordées plus loin.

1.2. Les stéréotypes

1.2.1. Définition

Les modèles les plus simples à définir et à mettre en œuvre sont les stéréotypes. Ils sont construits à partir de résultats quantitatifs, issus soit de l'observation des comportements d'utilisateurs (études empiriques ou expérimentales), soit de l'analyse de leurs attitudes (questionnaires, tests, entretiens, etc.).

Les seules connaissances dynamiques nécessaires à la mise en œuvre de tels modèles sont celles qui permettent au système d'associer, dès les premières interactions, une des classes du modèle à l'utilisateur courant et de modifier éventuellement cette affectation au cours de l'interaction en fonction de l'évolution des compétences de l'utilisateur. Cependant, ces modèles sont souvent utilisés de manière statique, en raison de la difficulté que présente l'identification automatique de la classe (initiale ou non) d'appartenance de chaque utilisateur, à partir de ses interactions avec le logiciel. Confier à l'utilisateur la responsabilité de cette adaptation dynamique constitue une alternative aussi peu satisfaisante. Car, le passage d'une classe à l'autre risque d'apparaître au novice comme une solution de continuité dans sa pratique du logiciel, que l'évolution soit déclenchée par le système ou par

Les modèles de la classe 2 en revanche autorisent la réalisation d'interfaces adaptatives, c'est-à-dire susceptibles de s'adapter à l'utilisateur courant continûment, pendant toute la durée de l'interaction et de leur propre initiative.

lui. Ce type de modèle ne permet donc pas d'obtenir une véritable flexibilité (évolutivité) de l'interaction.

Un exemple type de modèle stéréotypique est celui présenté par Shneiderman (Shneiderman, 1987), qui fait intervenir trois critères de classification : la connaissance du domaine d'application, celle du logiciel et la fréquence d'utilisation de celui-ci. L'auteur distingue ainsi trois catégories principales d'utilisateurs : les novices, les experts et les utilisateurs occasionnels. Ces derniers possèdent une bonne connaissance (sémantique) du domaine d'application mais n'utilisent pas assez souvent le logiciel pour maîtriser son utilisation (connaissances syntaxiques). La distinction est ici opérée sur la base des motivations qui distinguent les utilisateurs.

Une autre approche consiste à différencier les utilisateurs en fonction de leurs seules connaissances. Ainsi Kearsley (Kearsley, 1988) classe les utilisateurs en fonction : de leurs connaissances et expériences informatiques, de leur familiarité avec le domaine d'application dont relève le logiciel utilisé et de leur maîtrise de son utilisation.

1.2.2. Mise en œuvre

Malgré leurs limites, les modèles fondés sur des stéréotypes sont toujours utilisés, en raison de leur simplicité qui assure la robustesse de leur mise en œuvre.

S'il s'agit d'une population homogène par rapport aux critères retenus pour la caractériser, on obtient un modèle à une seule classe, applicable à l'ensemble des utilisateurs du logiciel. Les études empiriques qui visent à identifier les contenus et/ou la forme des requêtes d'aide formulées par des utilisateurs potentiels, comme celles proposées par Roestler et McLellan (Roestler et McLellan, 1995) ou Pilkington (Pilkington, 1992), s'inscrivent dans cette approche, dans la mesure où elles fournissent des données utiles pour construire un modèle général de l'utilisateur.

Lorsque le modèle comporte plusieurs classes, l'initiative du choix de la classe d'appartenance peut être laissée à l'utilisateur¹. Cependant, les novices risquent d'être déroutés par la diversité des procédures permettant de réaliser une même tâche et de se montrer incapables de choisir entre les différentes formes d'interaction qui leur sont offertes. Leur acquisition de la maîtrise du logiciel risque d'en être freinée. En fixant par défaut la classe initiale, on évite cet inconvénient².

Les interfaces qui mettent en œuvre un modèle à base de stéréotypes et qui laissent à l'utilisateur la responsabilité de l'adaptation sont dites *adaptables* (*customizable*).

¹ C'est le cas par exemple des interfaces classiques de manipulation directe où, pour activer la plupart des fonctions, l'utilisateur a le choix entre la sélection d'un item dans un menu s'il est novice, celle d'une icône dans la barre des outils s'il est utilisateur occasionnel, et enfin l'utilisation d'un raccourci clavier s'il est expert.

² Par exemple, les premières versions de Word proposaient par défaut des menus incomplets, afin de simplifier les interactions initiales des novices avec le logiciel, les utilisateurs experts étant jugés, à juste titre, capables de découvrir seuls l'option permettant d'accéder aux menus complets et donc à l'ensemble des fonctions du logiciel.

L'application de cette approche à l'aide en ligne permet d'offrir à l'utilisateur les moyens de moduler ses modes d'accès aux informations d'aide, ainsi que le contenu et la forme des messages, en fonction de ses compétences et de ses intérêts. Si le logiciel est adaptable, on peut obtenir un système d'aide lui aussi adaptable, en définissant pour chaque stéréotype du modèle mis en œuvre par le logiciel, des modes d'accès et des informations d'aide appropriées. Cette approche a été expérimentée par Bach (Bach, 1991).

A l'heure actuelle, la plupart des aides en ligne associées aux logiciels grand public sont adaptables. Par exemple, pour Word, Microsoft offre par défaut les interventions contextuelles « spontanées » d'un personnage animé ou « *persona* ». Sur un thème donné, les bulles textuelles de l'assistant proposent au choix plusieurs modes d'accès à des informations de précision variée ; en outre, l'utilisateur expérimenté peut désactiver l'assistant pour s'assurer l'initiative des échanges. Cette diversité peut néanmoins dérouter le novice et le décourager de consulter l'aide ; quant aux interventions spontanées de l'assistant, elles risquent rapidement d'être perçues comme une intrusion dans son activité et de susciter une certaine irritation de sa part.

1.2.3. Conclusions

En conclusion, l'application à la situation d'aide en ligne d'un modèle de l'utilisateur fondé sur des stéréotypes présente un intérêt relativement limité. Si, dans un souci de précision, on augmente le nombre de classes du modèle, on complique considérablement sa mise en œuvre ; un nombre réduit de classes facilite en revanche l'implémentation, mais au prix d'une mise en œuvre inefficace en raison de la généralité et de l'imprécision du modèle. Mais surtout, un tel modèle se prête mal à une prise en compte efficace des évolutions potentielles des compétences de l'utilisateur courant pendant l'interaction, en raison de son caractère statique ; cette inaptitude constitue un défaut majeur pour un système d'aide en ligne.

Il est possible toutefois de tenir compte indirectement des évolutions des connaissances et des savoir-faire de l'utilisateur courant, lors de la constitution des classes. Mais l'efficacité de cette approche est discutable. Car, en pratique, elle impose au concepteur de discrétiser ces évolutions et de réaliser un système d'aide en ligne par niveau de compétences identifié, ce qui impose à l'utilisateur des efforts d'adaptation successifs importants.

1.3. Les modèles évolutifs individualisés

1.3.1 Présentation

Les modèles de la classe 2, appelés aussi modèles adaptatifs, ne sont pas utilisables pour la conception de manuels sur support papier, car ils se construisent et évoluent au fur et à mesure de l'interaction. L'intégration d'un tel modèle à un système interactif nécessite donc la création, la mise à jour et l'exploitation d'un historique des interactions. Dans le contexte

de l'aide en ligne, l'analyse des actions de l'utilisateur stockées dans l'historique permet de générer dynamiquement des messages d'aide qui tiennent compte de l'état courant de sa maîtrise de l'utilisation du logiciel. On trouvera dans Mallen (Mallen, 1995), un exemple de mise en œuvre de cette approche.

Ces modèles ne sont pas élaborés *ex nihilo* ; on utilise pour les initialiser des connaissances *a priori*, comme par exemple un modèle stéréotypique de la population d'utilisateurs visée. La consultation de l'historique des actions permet, soit de réactualiser périodiquement la classe du modèle stéréotypique assignée à l'utilisateur courant (Breuker, 1990 ; Copeland et Eccles, 1992), soit d'enrichir continûment, en le personnalisant, le contenu du stéréotype associé initialement à celui-ci (Wolz, 1993).

L'application à l'aide en ligne d'une stratégie d'évolution continue du modèle de l'utilisateur paraît plus prometteuse que la réactualisation périodique de ce modèle, car elle conduit à un modèle évolutif individualisé des compétences de l'utilisateur. La prise en compte des connaissances fournies par un tel modèle lors de la génération dynamique des messages d'aide permet d'améliorer sensiblement l'utilité et l'utilisabilité de l'aide. Elle représente donc un progrès décisif vers la réalisation d'aides en ligne "intelligentes".

Cette approche se heurte toutefois à des difficultés et à une lourdeur de mise en œuvre considérables. Le concepteur est confronté à deux difficultés majeures : d'une part l'élaboration et la mise à jour, par le système d'aide, du modèle des connaissances de l'utilisateur courant, d'autre part la génération dynamique de messages dont le contenu et la forme varient en fonction de l'évolution de ce modèle.

Nous consacrons la suite du paragraphe à l'analyse des difficultés que soulèvent l'acquisition et la modélisation dynamique des connaissances des utilisateurs.

1.3.2. Difficultés de mise en œuvre

On adjoint en général un niveau lexical au modèle métaphorique proposé par Shneiderman pour décrire les connaissances nécessaires à l'utilisation d'un logiciel interactif (Shneiderman, 1987). Par exemple, le « lexique » de la manipulation directe comprend, outre les actions élémentaires de l'utilisateur sur l'interface (clics souris par exemple), les objets graphiques de contrôle (ou *widgets*) et les icônes.

On peut parachever la métaphore linguistique en enrichissant ce modèle de l'interaction homme-machine d'un quatrième niveau de connaissances plus abstrait, le niveau pragmatique ou conceptuel, selon la terminologie proposée par Foley et Dam (Foley et Dam, 1982). Les connaissances pragmatiques concernent le domaine d'application sur lequel porte le logiciel, les tâches qu'il permet de réaliser, ainsi que la représentation que l'utilisateur élabore de l'interaction, des fonctions du logiciel et du rôle que celui-ci peut jouer dans la réalisation de ses objectifs.

Dans le cadre de la mise en œuvre de modèles évolutifs individualisés, la construction du modèle de l'utilisateur courant peut être réalisée du niveau lexical au niveau syntaxique à

partir de la trace des actions de l'utilisateur, grâce à laquelle on peut connaître les actions réalisées avec succès (du point de vue du système). Cette approche peut être implémentée grâce à l'utilisation de formalismes décrivant la décomposition structurelle d'une tâche. Des méthodes telles que MAD (Méthode Analytique de Description de Tâches), qui permet de réaliser des représentations arborescentes de l'activité de l'utilisateur en exprimant des relations logiques de composition et des liens temporels d'enchaînement, permettent d'obtenir de telles descriptions des tâches (Hammouche, 1993). Le modèle CLG (Command Language Grammar) propose également un formalisme de description de ce type (Moran, 1981).

En revanche, la mise à jour des connaissances d'ordre sémantique et pragmatique d'un utilisateur donné est plus complexe. En effet, si l'analyse de ses interactions peut permettre d'obtenir des indications suffisantes sur sa maîtrise de la manipulation des outils et sa capacité à respecter la syntaxe de réalisation d'une procédure donnée, cette approche n'est pas suffisante pour obtenir des informations fiables sur sa connaissance des tâches réalisables grâce à celui-ci.

Dans le cadre d'une interaction homme-machine, en effet, une tâche se définit d'abord comme un but à atteindre par l'utilisateur (Normand, 1992). Dans ce cas, il faut posséder une représentation conceptuelle décrivant la logique d'utilisation du système et faisant référence à la représentation mentale que l'utilisateur a de la tâche à effectuer (Barthet, 1988). Ce type de modèle doit permettre d'établir un lien, d'ordre sémantique, d'une part entre l'action (ou procédure) à réaliser avec le dispositif et d'autre part la tâche en tant que but de l'utilisateur. C'est ce type de lien qui caractérise la connaissance pragmatique de l'utilisateur. Celui-ci doit en effet, dans le cadre de son apprentissage, construire une représentation sémantique du logiciel et établir un lien entre cette représentation et une sémantique de l'action qui est à la base de la réalisation de la tâche (Richard, 1987).

Plusieurs formalismes de représentation des connaissances de ce type existent, par exemple les réseaux sémantiques, les schémas, les modèles entités-relation, etc. Ils sont pour la plupart issus de l'intelligence artificielle. Nous citons à titre d'exemple : les modèles Entités-Relations (Chen, 1976), Modern Structured Analysis (Yourdon, 1989), Object Modelling Technique ou OMT (Rumbaugh, Blaha et al., 1991), KADS (Schreiber, Wielinga et al., 1993), les graphes conceptuels (Sowa, 1984) ou la modélisation par objets typés, MOT (Paquette, 1996).

1.4. Stéréotypes vs modèles cognitifs adaptatifs

Les modèles de l'utilisateur fondés sur des stéréotypes sont jusqu'à présent les seuls que les concepteurs aient intégrés aux modules d'aide en ligne présents dans les progiciels destinés au grand public, en dépit de leurs limites manifestes et de l'insatisfaction des utilisateurs. Parmi les nombreuses raisons que l'on peut avancer pour expliquer cet état de fait, nous

retiendrons celles qui nous semblent utiles pour définir les directions de recherche à privilégier.

Ces modèles ont l'avantage d'être faciles à implanter en raison de leur simplicité. Cette simplicité, jointe à leur caractère statique, permet d'obtenir des systèmes d'aide fiables dont les réactions sont facilement prévisibles. Le novice peut donc rapidement et à un coût cognitif réduit, se construire une représentation exacte des capacités et du fonctionnement de tels systèmes. Or, la fiabilité du comportement d'un logiciel et la possibilité, pour l'utilisateur, de prédire facilement ses réactions, donc de se construire sans effort une représentation pertinente de ses capacités et de son fonctionnement sont considérées depuis longtemps en ergonomie des logiciels interactifs comme des facteurs d'utilisabilité déterminants (Shneiderman, 1987).

La mise en œuvre de modèles adaptatifs des compétences des utilisateurs peut conduire, en revanche, à des systèmes d'aide dénués de ces qualités. C'est le cas des modèles généraux explicites¹ proposés par Paiva et al. (Paiva, Self et al., 1994), par exemple. Ces modèles adaptatifs individualisés, applicables indifféremment aux utilisateurs novices d'un logiciel et aux apprenants en situation d'interaction avec un didacticiel, tiennent compte de l'évolution des connaissances de l'utilisateur pendant l'interaction grâce à l'analyse de ses actions². L'originalité de cette voie de recherche est, d'une part, d'appliquer pour l'acquisition ou la mise à jour du modèle au cours de l'interaction, les principales techniques de raisonnement développées en intelligence artificielle (raisonnement incertain, notamment, qui permet de tenir compte des erreurs des novices) et, d'autre part, d'assurer une évolution cohérente du modèle en faisant appel à des techniques de révision des croyances (Brajnik et Tasso, 1994) ou de maintien de vérité (Paiva et Self, 1994).

Cette approche peut être mise à profit dans un système d'apprentissage, car elle permet, selon Nwana (Nwana, 1990), l'élaboration de stratégies didactiques individualisées, adaptées à l'utilisateur courant, à partir d'une représentation dynamique de son fonctionnement cognitif et de l'état courant de ses connaissances.

Cependant, la mise en œuvre d'un modèle issu de ces recherches dans un système d'aide en ligne soulève des problèmes encore non résolus. Il est important d'analyser l'impact que le recours à de tels systèmes peut avoir sur l'utilisabilité de l'aide. Notamment, il n'est pas certain que des systèmes dotés d'un tel modèle aient un comportement suffisamment fiable pour que l'utilisateur puisse facilement prévoir leurs réactions. On peut en effet s'interroger sur les réactions de l'utilisateur vis-à-vis d'un logiciel adaptatif dont le comportement évolue indépendamment de son contrôle et sans qu'il en soit informé.

¹ Dans le cas des modèles statistiques ou probabilistes, les connaissances sont en revanche implicites.

² L'architecture des systèmes qui mettent en œuvre ces modèles comprend généralement trois modules dont les fonctions respectives sont les suivantes : acquisition des connaissances de l'utilisateur à partir de ses actions (*i.e.* génération d'interprétations sous forme d'hypothèses) ; raisonnement sur les connaissances acquises (*i.e.* simulation des inférences que l'utilisateur est capable de faire à partir des connaissances acquises) ; maintien de la cohérence globale du modèle.

2. Prise en compte des intentions de l'utilisateur

D'autres approches ont tenté d'adapter dynamiquement les informations d'aide aux variations des besoins de l'utilisateur induites par l'évolution de ses intentions et l'effet de ses actions sur le logiciel. Le contexte considéré se réduit à l'intention courante de l'utilisateur, le but et la tâche dont elle relève, l'état courant de l'interaction (avancement de la réalisation de la tâche en cours, état courant du logiciel, dernière(s) interaction(s))¹. L'historique des interactions utilisé se distingue, par sa portée plus restreinte, de celui qui intervient dans l'élaboration d'un modèle adaptatif des compétences de l'utilisateur. Les interactions récentes suffisent pour identifier l'intention qui motive l'action courante de l'utilisateur et l'objectif dans lequel elle s'inscrit ; la trace des actions plus anciennes est inutile, puisque celles-ci relèvent de l'exécution d'une autre tâche, sans lien avec l'action courante.

La flexibilité visée par ces approches est une adaptation des informations d'aide à l'évolution des buts et des intentions de l'utilisateur courant pendant l'interaction, plutôt que, à l'instar des modèles évoqués dans le paragraphe précédent, un ajustement au progrès des connaissances et des compétences de celui-ci.

2.1. Intérêts potentiels de cette approche

La connaissance de l'intention courante de l'utilisateur, de l'objectif dans lequel elle s'inscrit et de l'état de réalisation de la tâche correspondante, offre les possibilités suivantes (Coombs et Alty, 1980).

Elle permet d'abord de fournir à l'utilisateur des informations utiles pour surmonter les obstacles auxquels il se heurte lors de la réalisation d'une tâche à l'aide d'un logiciel nouveau pour lui. Cette forme d'assistance répond parfaitement aux besoins effectifs des utilisateurs profanes, car elle réduit le caractère intrusif de l'aide dans leur activité principale et favorise une initiation par la pratique à l'utilisation du logiciel.

Cette connaissance peut contribuer également à l'amélioration du traitement des erreurs de l'utilisateur. Elle permet une correction efficace des erreurs d'utilisation d'origine sémantique, en offrant les moyens de préciser à l'utilisateur les actions qu'il doit « faire » ou « défaire » pour atteindre un état du logiciel (nouveau ou ancien) où il lui est possible de reprendre la réalisation de son objectif courant. Mais surtout, elle est indispensable pour

¹ Les approches « écologiques » (Chater, 1999) englobent également dans la notion de contexte, l'ensemble des variables environnementales affectant l'interaction, y compris les conditions d'utilisation, l'activité et le domaine d'application qui, en tant que variables externes à l'interaction, ne sont pas à prendre en considération ici.

assurer la prévention de telles erreurs, plus difficiles à corriger que celles d'origine syntaxique (Carroll et Aaronson, 1989).

Par ailleurs, cette connaissance est utile non seulement pour satisfaire les besoins effectifs des utilisateurs liés à leurs intentions courantes, mais également pour aider l'utilisateur à optimiser son interaction avec le logiciel, dans la mesure où elle permet la détection des procédures sous-optimales de réalisation d'une tâche. La connaissance de l'état courant du logiciel peut contribuer au guidage de l'utilisateur et donc, indirectement, à la prévention des erreurs d'utilisation. Elle permet notamment de filtrer les actions réalisables en fonction du contexte courant d'interaction, c'est-à-dire d'interdire l'activation des fonctions du logiciel dont les pré-conditions ne sont pas vérifiées dans ce contexte (Tattershall, 1990). Un tel filtrage met en jeu des connaissances sémantiques (statiques) sur les fonctions du logiciel et pragmatiques (dynamiques) sur son état courant d'exécution. Moryon et Szelkely ont utilisé cette connaissance pour la génération automatique du contenu des messages d'aide, à savoir : les commandes réalisables à partir de l'état courant, leurs effets sur cet état, etc. (Moriyon, Szelkely et al., 1994).

Enfin, le recours à un historique complet des interactions contribue à la mise en œuvre d'un apprentissage de l'utilisation du logiciel par la pratique. En effet, on sait que les mêmes schémas d'action interviennent dans la réalisation des mêmes tâches ou de tâches similaires, même si le contexte de réalisation diffère d'une situation à l'autre (Richard, 1986). Le transfert de compétence d'une tâche à une autre s'effectue par l'utilisation de schémas d'action similaires pour les deux tâches. La difficulté consiste à réussir à adapter ces procédures à de nouveaux contextes de réalisation.

La référence explicite à des situations d'interaction antérieures analogues à la situation courante permet un ancrage des connaissances/savoir-faire nouveaux dans l'activité et un renforcement des acquis, propres à consolider leur mémorisation et surtout à favoriser le transfert de compétences d'une situation à une autre. Le rappel de situations antérieures présentant des analogies partielles avec la situation courante peut, en ce sens, servir de point de départ à une généralisation qui favorise le développement d'un apprentissage à partir d'exemples visant le développement d'une véritable maîtrise de l'utilisation du logiciel.

2.2. Modélisation de l'utilisateur : intentions, actions, compétences

La mise en œuvre des informations contextuelles disponibles pour identifier les intentions de l'utilisateur et les effets de ses actions offre des possibilités d'amélioration de l'utilité et de l'utilisabilité de l'aide en ligne, complémentaires de celles que permet leur exploitation en vue d'associer à l'utilisateur courant un modèle stéréotypique (*cf.* le paragraphe 1.2). La connaissance des intentions de l'utilisateur et de l'état courant de l'interaction présente même un intérêt potentiel et des perspectives d'utilisation supérieurs à ceux que l'on peut escompter d'un modèle adaptatif des compétences de l'utilisateur.

D'abord, en offrant les moyens de moduler l'assistance en fonction de l'état courant de l'interaction et de la tâche en cours de réalisation, cette connaissance réduit le caractère intrusif de l'aide grâce à l'exploitation de deux propriétés. Elle permet premièrement, à partir de la connaissance des intentions des utilisateurs, de concevoir des systèmes d'aide qui effectuent une partie ou la totalité de l'activité de recherche des informations d'aide et donc qui permettent d'une part de réduire les problèmes de formulation de requêtes éprouvés par les utilisateurs et d'autre part de réduire la charge de travail supplémentaire induite par la consultation de l'aide. Deuxièmement, elle peut permettre de générer dynamiquement les messages d'aide, en fonction d'indices déterminés de façon à ce que cette information soit adaptée au mieux aux connaissances de l'utilisateur et/ou au contexte courant d'interaction. L'objectif d'une telle approche est de faciliter à l'utilisateur l'exploitation de l'information fournie et de réduire l'effort qu'il doit fournir pour adapter le contenu du message à la situation courante.

D'autre part, à la différence des modèles cognitifs, la connaissance des intentions de l'utilisateur facilite à celui-ci la mise en correspondance nécessaire des tâches qu'il envisage avec les fonctions du logiciel susceptibles de les réaliser ; or, l'acquisition de ces connaissances sémantiques est cruciale pour réussir à maîtriser l'utilisation d'un logiciel.

La contribution potentielle de la connaissance des intentions de l'utilisateur à la prévention et à la correction des erreurs d'utilisation mérite également d'être soulignée, car elle contraste avec le rôle limité, à cet égard, des modèles adaptatifs des compétences de l'utilisateur.

Enfin, l'évolution du comportement de l'aide en fonction de cette connaissance risque peu de dérouter l'utilisateur. Celui-ci peut aisément en « comprendre » les raisons puisqu'elle reflète l'évolution de ses intentions conscientes et de l'interaction. Il sera, en revanche, plus facilement dérouté par une évolution de l'interface liée à ses progrès dans la maîtrise du logiciel, car il n'est pas nécessairement conscient de ses progrès dont l'incidence sur le comportement de l'aide est plus complexe, donc plus difficile à appréhender et dont l'évolution n'entre pas dans ses préoccupations majeures.

La supériorité de cette forme d'utilisation du contexte explique le succès qu'elle a connue dès le milieu des années 80 (Wilenski, 1984 ; Dzida, Hoffmann et al., 1987). L'opacité que risque de présenter, pour l'utilisateur profane, l'évolution du comportement d'une aide en ligne dotée d'un modèle cognitif adaptatif peut en outre conduire à s'interroger sur l'opportunité d'associer à la connaissance des intentions des utilisateurs et de l'état courant de l'interface, celle de leurs compétences. Il peut sembler plus raisonnable d'ignorer les informations disponibles sur l'évolution des compétences de l'utilisateur et de se borner à exploiter celles qui permettent d'identifier l'intention courante de l'utilisateur, l'objectif dont elle relève et l'état d'avancement de la réalisation de la tâche correspondante.

La complexité de la mise en œuvre de la détection des intentions et des objectifs de l'utilisateur peut expliquer pourquoi les systèmes d'aide associés aux logiciels grand public commercialisés actuellement ne tiennent pas compte des intentions sous-jacentes aux actions de l'utilisateur sur l'interface. Les informations contextuelles permettent simplement

l'affichage des actions réalisables, compte tenu de l'état courant d'exécution, sur la représentation graphique d'un objet de l'application¹, et la prévention des actions dont les pré-conditions ne sont pas vérifiées dans le contexte d'interaction courant².

Nous analysons les difficultés que présente la capture des intentions de l'utilisateur dans le paragraphe suivant.

2.3. Difficultés d'identification des intentions de l'utilisateur

Les tentatives effectuées dès le début des années 80 pour inférer les intentions et les objectifs de l'utilisateur courant à partir d'un historique de l'interaction, ont mis en évidence les principales difficultés d'une telle entreprise (Sleeman et Smith, 1981 ; Suchman, 1985).

La cause principale de ces difficultés est, selon Sleeman et Smith (Sleeman et Smith, 1981), l'incohérence des actions des utilisateurs, particulièrement marquée dans le cas des novices. Si les novices agissent souvent sans planification préalable de leur activité, les utilisateurs plus expérimentés, qui planifient généralement le cours de leurs actions, sont susceptibles d'abandonner leur plan initial ou de le modifier pendant sa réalisation. Défaut de planification et/ou déviations par rapport au plan initial constituent d'après Suchman (Suchman, 1985) les obstacles majeurs auxquels se heurte la reconstruction des intentions de l'utilisateur à partir de la trace de ses interactions avec le logiciel.

2.3.1. Méthodes de type « Pattern matching »

Une des premières méthodes utilisées consiste à rechercher, dans la suite des actions stockées dans l'historique, l'occurrence de séquences spécifiques ou « motifs », représentant les tâches dont le logiciel permet la réalisation. Ces séquences sont regroupées dans un ensemble de connaissances statiques ou modèle de la tâche, défini par le concepteur. L'identification de la tâche en cours de réalisation, donc de l'objectif courant de l'utilisateur, se fait en comparant les divers motifs du modèle avec ceux obtenus par segmentation de la suite d'actions stockée dans l'historique ; le motif ou la suite de motifs qui permet de réaliser le meilleur appariement (*pattern matching*) est retenu comme interprétation de la séquence d'actions analysée (Quast, 1993). Le modèle de la tâche sert donc de lexique dans le décodage des actions mémorisées dans l'historique.

Or, pour que cette méthode donne des résultats fiables, il faut que le modèle de la tâche vérifie les deux conditions suivantes :

- il doit être non ambigu, au sens où toute action de l'utilisateur doit donner lieu à une interprétation unique dans le modèle ;

¹ cf. par exemple, l'utilisation sous Excel du bouton droit d'une souris à deux boutons.

² cf. la modification de la représentation des items (des menus de commande) correspondant à des actions interdites à un instant donné de l'interaction, dans la plupart des interfaces graphiques actuelles.

- il doit être exhaustif ; en d'autres termes, à toute intention ou objectif de l'utilisateur doit correspondre, dans le modèle, une suite d'actions permettant sa réalisation.

La première contrainte traduit le fait que, pour exploiter efficacement la connaissance de l'objectif courant de l'utilisateur, il faut être en mesure d'identifier cet objectif dès le début de sa réalisation. Ce que la plupart des applications actuelles ne permettent pas de faire, car elles proposent un jeu de fonctions élémentaires générales, réutilisables dans de nombreux contextes, que l'utilisateur doit composer pour réaliser ses intentions spécifiques¹. Le recours à des connaissances sémantiques et pragmatiques sur l'activité de l'utilisateur et les objets de l'application dont il manipule les représentations graphiques permet souvent de lever ce type d'ambiguïté, mais ces connaissances sont du ressort de la coopération homme-machine plutôt que de l'aide en ligne à l'utilisation de logiciels.

Les difficultés inhérentes à la définition d'un modèle pertinent de la tâche rendent la seconde contrainte difficile à satisfaire. D'une part, l'automatisation d'une activité humaine est rarement la reproduction exacte de cette activité ; ce qui peut favoriser l'élaboration par le novice d'une représentation inexacte des capacités du logiciel. Il est envisageable, pour éviter un tel décalage, d'associer au modèle de la tâche et d'exploiter une description des fonctions du logiciel qui explicite la correspondance entre chacune des tâches du modèle et la fonction ou la procédure assurant sa réalisation. D'autre part, la description exhaustive des tâches réalisables risque de s'avérer difficile lorsque le logiciel porte sur un domaine d'application complexe ou lorsqu'il s'agit d'une « boîte à outils »². De nombreuses méthodes d'analyse et des formalismes variés ont été proposés pour faciliter la modélisation des tâches d'un domaine d'activité particulier dans une perspective d'informatisation. Par exemple, la méthode MAD présente l'originalité de proposer à la fois une méthode d'analyse et un langage simple de description des tâches sous forme d'arbres (Sébillotte et Scapin, 1994).

2.3.2. Approches issues de l'Intelligence artificielle

Il existe d'autres approches plus générales, issues des recherches menées en intelligence artificielle sur la reconnaissance des formes. La mise en œuvre de techniques de classification ou de modèles probabilistes pour identifier, dans la trace des actions de l'utilisateur, des séquences susceptibles de caractériser ses intentions ou ses compétences, suscite depuis quelques années un vif intérêt parmi les chercheurs en ingénierie de l'interaction homme-machine. L'application de techniques numériques sophistiquées a pour

¹ Par exemple, si l'utilisateur d'un traitement de texte sélectionne un mot du texte affiché, il est impossible de savoir s'il veut déplacer ce mot, le supprimer, le mettre en gras, etc. De même, plus rarement, une même suite d'actions peut donner lieu à plusieurs interprétations ; ainsi, la sélection d'un mot du texte affiché puis celle du menu 'Edition' ne permet pas de déterminer l'objectif qui motive ces actions.

² Par définition, une boîte à outils fournit à l'utilisateur les moyens d'effectuer un nombre quasi illimité de tâches par composition d'opérateurs élémentaires génériques (les outils).

objectif une adaptation dynamique en temps réel de l'aide en fonction, principalement, de l'intention et du but courants de l'utilisateur (Horvitz, Breese et al., 1998).

Horvitz et al. ont notamment permis d'établir la possibilité d'exploiter des techniques de raisonnement probabilistes dans le but de déduire, des actions en temps réel de l'utilisateur ses intentions courantes, et de déduire de ces intentions ses besoins en information (Horvitz, Breese et al., 1998). A partir de la connaissance de ses intentions on peut en effet inférer instantanément et de manière fiable ses besoins en information et mettre en œuvre des techniques d'aide dynamique intelligente.

Dans un même objectif, Villegas et ses collègues ont montré que l'utilisation de réseaux de neurones pouvait permettre de connaître, à partir également de l'analyse des actions en temps réel des utilisateurs, les intentions motivant leur utilisation d'un logiciel de traitement de texte (Villegas, Phillips et al., 1992 ; Villegas et Eberts, 1994). Bien que l'étude proposée porte sur un logiciel dont l'interface utilisateur est un langage de commande, il est fort probable qu'une telle approche puisse également s'avérer efficace dans le cas d'un logiciel à interface graphique à condition de faire intervenir dans l'analyse non seulement la trace des actions mais également des connaissances pragmatiques sur l'application pour lever les ambiguïtés des actions élémentaires (cf. la cas des boîtes à outils). La principale limite de cette approche consiste en la nécessité de faire réaliser un apprentissage au réseau de neurone chargé de l'analyse d'intentions. Si cet apprentissage peut être mis en œuvre facilement dans une étude de laboratoire, il est probable que sa réalisation par un utilisateur novice en situation d'utilisation réelle s'avère délicate.

3. Conclusions

Nous avons choisi de centrer notre revue critique des recherches que l'assistance à l'utilisation de logiciels a suscitées au cours des quinze dernières années, sur les manuels et les aides en ligne destinés au grand public ou, plus généralement, aux utilisateurs profanes. Utilisateurs profanes et experts constituent deux catégories d'utilisateurs qui diffèrent les uns des autres à la fois par leurs motivations, leurs besoins et leurs attentes vis-à-vis des logiciels qu'ils utilisent ou vis-à-vis des manuels et des aides en ligne censés leur en faciliter l'utilisation. Or, l'accès des utilisateurs profanes à la Société de l'Information représente un enjeu de société crucial. A noter que la période considérée couvre la quasi totalité des recherches consacrées dans ce domaine aux utilisateurs profanes, catégorie dont l'émergence et l'essor au début des années 80 suit l'apparition des ordinateurs personnels sur le marché.

L'étude critique des publications auxquelles ces recherches ont donné lieu fait apparaître une évolution marquée, sous l'influence de deux facteurs majeurs :

- une prise de conscience progressive, par les chercheurs, de la spécificité de l'acquisition de la maîtrise d'un logiciel, en tant que situation d'apprentissage ; cette

spécificité résulte de l'objet même de l'apprentissage, des motivations de la catégorie d'utilisateurs concernée et du contexte dans lequel se déroule l'acquisition ;

- ainsi que la volonté, également de la part des chercheurs, d'exploiter au plus tôt les retombées des avancées technologiques relatives aux supports et aux modalités d'interaction homme-machine, et de mettre en œuvre les nouvelles techniques d'accès aux informations et de modélisation cognitive issues des progrès scientifiques récents, réalisés en génie logiciel et en intelligence artificielle.

Les efforts ont porté d'abord, au cours de la seconde moitié des années 80, sur l'étude empirique et expérimentale des besoins et des attentes des utilisateurs profanes. Ces efforts ont abouti à la découverte de leur spécificité et à l'identification des principales caractéristiques de cette catégorie d'utilisateurs, qui sont :

- leur réticence à investir dans l'apprentissage de l'utilisation d'un logiciel, en raison de leur motivation principale, à savoir la mise en œuvre du logiciel pour réaliser les objectifs à l'origine de leur recours au logiciel plutôt que la maîtrise de son utilisation (*cf.* le paradoxe de motivation mis en évidence par Carroll et ses collègues) ;
- l'influence cruciale de leur représentation mentale des capacités et du fonctionnement du logiciel, sur leur utilisation de celui-ci et donc sur l'acquisition de sa maîtrise.

A la fin des années 80, les recherches se sont plutôt centrées sur l'exploitation des possibilités offertes par l'interactivité de la situation d'aide en ligne, en raison de la diffusion croissante des ordinateurs personnels dans la société et des avancées scientifiques en ingénierie de l'interaction homme-machine. Ce qui a conduit naturellement les chercheurs à tenter d'exploiter les travaux effectués en génie logiciel sur la conception de méthodes conviviales d'accès aux bases de données classiques, textuelles ou multimédias, destinées au grand public. Les recherches ont porté alors sur l'élaboration de méthodes efficaces et simples de consultation des manuels d'utilisation en ligne : interrogation de bases de données à l'aide de langages de requêtes proches de la langue naturelle, navigation dans des hypertextes puis des hypermédias. Elles ont permis une certaine amélioration de l'utilisabilité des aides en ligne, sans toutefois réduire l'interférence de la consultation de l'aide avec l'activité principale de l'utilisateur. De plus, ces approches ne se sont pas départies des limitations intrinsèques imposées par les techniques logicielles choisies, à savoir la réalisation de bases de données d'informations d'aide ou de documents hypertextes et hypermédias, solutions qui ne modifient que les modalités de consultation et de représentation de l'information.

L'utilisation de modèles de l'utilisateur a constitué un premier pas vers la réalisation de systèmes dynamiques adaptés aux besoins individuels des utilisateurs. Cependant, cette approche s'avère difficile à implémenter. Soit on utilise des modèles stéréotypiques du comportement des utilisateurs, auquel cas on se heurte aux limitations intrinsèques de tels modèles, qui forcent la catégorisation des utilisateurs en fonction d'un nombre limité de

types caricaturaux et statiques. Soit on met en place des modèles dynamiques individuels des utilisateurs. Dans ce cas, l'approche devient particulièrement intéressante si le système est capable d'acquérir et d'exploiter les informations contextuelles dynamiques nécessaires à la construction et à la mise à jour de tels modèles.

A partir de ce constat, d'autres courants de recherche se sont développés, au début des années 90. Ces approches plus ambitieuses visent non seulement à concevoir des systèmes capables d'aider le novice à résoudre ses difficultés de mise en œuvre du logiciel et à corriger ses erreurs d'utilisation mais également à proposer des aides adaptées aux caractéristiques individuelles des utilisateurs et au contexte courant de d'utilisation des systèmes.

La réalisation de ces objectifs, qui rapproche l'assistance à l'utilisation d'un logiciel de la coopération homme-machine, implique la mise en œuvre d'une aide contextuelle exploitant des messages générés à partir d'une masse d'informations d'aide et prenant en compte l'état courant du logiciel, la dernière action de l'utilisateur, l'intention qui la motive, la tâche dans laquelle elle s'inscrit et l'état de réalisation de celle-ci ; le contenu des messages doit aussi tenir compte de l'évolution, au cours de l'interaction, des compétences de l'utilisateur quant à sa maîtrise de l'utilisation du logiciel. A la différence des systèmes d'aide antérieurs dont le comportement se fondait uniquement sur l'exploitation de connaissances statiques, cette forme d'aide en ligne implique également la mise en œuvre de connaissances dynamiques, acquises pendant l'interaction. Or, il est difficile d'inférer, avec une précision suffisante pour éviter un rejet de l'aide, les connaissances dynamiques nécessaires à la mise en œuvre, dans les messages système, des informations contextuelles rassemblées dans l'historique de l'interaction.

Au cours des dernières années, des tentatives d'application de techniques évoluées d'interprétation et de raisonnement développées en intelligence artificielle, à l'analyse de l'interaction, ont permis de développer des systèmes de reconnaissance des intentions des utilisateurs. Les résultats de l'application des techniques récentes de reconnaissance des formes à l'interprétation de la trace des interactions en termes des intentions et des buts de l'utilisateur courant se sont révélés d'une fiabilité décevante, en raison surtout de l'imprévisibilité des actions des utilisateurs novices. Cependant, des approches plus complexes issues de l'intelligence artificielle, utilisant des techniques de raisonnement probabiliste ou des réseaux de neurones, ont montré qu'il était possible, dans certains cas, de connaître les intentions des utilisateurs à partir de leurs actions.

Pourtant, aujourd'hui encore, les systèmes d'aide associés aux logiciels commercialisés destinés au grand public se bornent à utiliser d'une part l'historique de l'interaction pour offrir à l'utilisateur la possibilité de "défaire" ses actions les plus récentes et d'autre part l'état courant d'exécution pour filtrer les actions réalisables à partir de cet état. En particulier, aucun progrès significatif n'a été réalisé concernant la prévention des erreurs d'utilisation, ainsi que leur détection et leur correction. De même, la pertinence des

informations d'aide fournies à l'utilisateur, dont l'influence s'avère décisive sur la rapidité et l'efficacité de l'acquisition de la maîtrise d'un logiciel, est encore insuffisante.

Nous présentons dans la suite l'étude que nous avons réalisée dans le but de proposer des stratégies d'utilisation des informations contextuelles disponibles au cours de l'interaction capables de résoudre en partie au moins ces difficultés et de permettre la conception d'aides en ligne contextuelles efficaces.

Dans la partie suivante, nous présentons une analyse détaillée de dialogues d'aide à l'utilisateur mettant en scène un sujet novice et un expert humain. Cette analyse nous a conduit à modéliser certaines des stratégies employées par les experts humain afin d'en proposer un modèle implantable dans un système d'aide en ligne.

Partie II

Stratégies d'aide en ligne
contextuelles :
Acquisition d'expertises

Chapitre 4

Les données empiriques

Le débat concernant l'applicabilité de modèles de communication homme-homme à des situations d'interaction homme-machine est encore vif aujourd'hui ; voir à ce sujet, par exemple, l'analyse proposée par Amalberti et al. (Amalberti, Carbonell et al., 1993). Notre objectif n'est pas de nous situer par rapport aux partisans de l'un ou l'autre camp.

Cependant, il apparaît que notre connaissance de la situation d'aide à l'utilisateur en tant que situation spécifique de communication et de coopération reste médiocre. Comme nous l'avons vu (cf. partie 1) de nombreuses réalisations logicielles tentent de fournir des réponses techniques aux problèmes posés par l'aide en ligne. Les dernières avancées scientifiques dans ce domaine permettent désormais d'envisager la réalisation de systèmes d'aide en ligne intelligents adaptatifs. Pourtant, les implantations logicielles réelles dans ce domaine sont rares. Nous pensons que le manque de connaissance de la situation à laquelle s'appliquent ces réalisations techniques constitue désormais un enjeu majeur dans la réalisation de tels systèmes, dont pourtant peu d'études font cas. Notre objectif est de produire des résultats pouvant apporter une contribution à des travaux ultérieurs en ce sens.

Nous avons tenté, dans une première phase, d'acquérir une meilleure connaissance de la situation d'aide en ligne à partir de l'analyse d'une situation d'assistance à l'utilisateur mettant en scène un expert humain et un utilisateur novice. Cette situation a été choisie pour les perspectives d'acquisition d'expertise humaine qu'elle permet d'envisager. En effet, bien qu'étant imparfaits et faillibles, les experts humains n'en constituent pas moins un modèle exploitable, dans la mesure où ils possèdent des capacités d'adaptation aux besoins des sujets qu'aucun système d'aide à l'utilisateur n'est à l'heure actuelle capable de proposer. Cette flexibilité leur a permis, au cours de la série d'expériences étudiée, de conduire les sujets à obtenir un taux de réussite plus que satisfaisant.

Notre objectif est de définir à partir de l'étude de ces dialogues, des stratégies d'aide adaptées aux besoins des utilisateurs, efficaces du point de vue des objectifs d'assistance visés, et implantables dans un système logiciel d'aide à l'utilisateur.

Le projet du GEDIC (Groupe d'Etude des Dialogues Coopératifs) porte sur la modélisation de l'interaction coopérative. Ce groupe de recherche national a mené plusieurs études sur les processus cognitifs d'utilisation d'éléments du contexte (objets, événements, et autres informations contextuelles dynamiques) mis en œuvre par les partenaires, opérateur expert et usager naïf, au cours de dialogues explicatifs ou de renseignement.

Dans ce cadre, une étude en situation d'interaction homme-homme a été menée en 1995 (Falzon et Karsenty, 1997). C'est sur ce matériel expérimental qu'a porté notre étude préliminaire.

1. Protocole expérimental

18 sujets novices et 2 experts ont participé à cette expérience du GEDIC. Les novices étaient des étudiants qui ont été choisis en fonction de leur méconnaissance de l'informatique en général, et de l'application Microsoft Word en particulier. Les experts étaient quant à eux des étudiants ayant reçu une formation à Microsoft Word et maîtrisant les fonctionnalités nécessaires à la réalisation des tâches demandées. Ceux-ci n'étaient pas des spécialistes de l'informatique, ni des enseignants ayant une expérience de la pédagogie, mais des utilisateurs avertis du système utilisé.

Les sujets avaient pour consigne d'accomplir un ensemble de 19 tâches de mise en page sur un courrier commercial sous forme d'un fichier de texte déjà partiellement mis en page. Le logiciel de traitement de texte utilisé était Microsoft Word 95. Les tâches, de difficulté variable, pouvaient être réalisées selon un ordre arbitraire ; les sujets n'ayant reçu aucune instruction quant à leur ordre de réalisation au cours de l'expérience.

A tout moment, les sujets pouvaient communiquer avec un expert humain librement en vue de requérir une aide de sa part. Il était demandé aux experts d'éviter de se comporter comme des tuteurs, c'est-à-dire de ne pas viser à conduire les sujets à une maîtrise experte du logiciel, mais plutôt de s'efforcer simplement de les aider à réaliser les tâches imposées. Ils avaient cependant toute latitude pour prendre l'initiative des échanges si cela leur paraissait nécessaire.

1.1. Situations expérimentales

Trois situations expérimentales distinctes ont été mises en place pour évaluer l'apport des informations contextuelles partagées par l'expert et le novice lors de l'évolution de l'interaction.

1.1.1. Situation expérimentale 1 : le côte à côte

Dans cette situation, le sujet et l'expert se trouvaient en présence l'un de l'autre, face à l'ordinateur, et pouvaient communiquer en toute liberté. Cette situation est celle qui propose, du point de vue de l'interaction dialogique, le niveau de partage de l'information contextuelle le plus riche.

Dans une situation de ce type, les travaux sur la communication humaine conduisent à penser que le novice va adapter ses demandes à l'environnement effectivement partagé, afin de rester "pertinent". La définition de la pertinence proposée par Sperber et Wilson (Sperber et Wilson, 1995) repose de manière fondamentale sur le contexte constitué par les croyances accessibles à l'interlocuteur (ou environnement cognitif), c'est à dire l'ensemble des connaissances acquises (soit directement, soit par inférence) grâce au traitement des énoncés antérieurs. Pour ces auteurs, la pertinence d'un énoncé est une fonction croissante des effets

contextuels que l'interlocuteur peut en déduire dans le contexte des croyances immédiatement accessibles, à savoir : nouvelles croyances, renforcement, affaiblissement ou élimination d'hypothèses anciennes.

Cette théorie, appliquée aux dialogues d'assistance du GEDIC, conduirait dans un premier temps à formuler l'hypothèse suivante : bien que la difficulté d'accès aux informations portant sur le contexte d'interaction du novice varie en fonction des situations d'assistance, on ne devrait normalement pas comptabiliser davantage de problèmes de compréhension, de la part de l'expert, des demandes d'aide du novice, si celui-ci respecte le principe de pertinence, i.e. s'il adapte le contenu de ses demandes d'aide à l'environnement effectivement partagé avec l'expert.

Dans la situation de côte à côte, cette adaptation au niveau de partage des informations contextuelles doit donc se traduire par un manque de précision des requêtes du novice et des interventions de l'expert, la richesse de l'information contextuelle partagée permettant de compenser cette imprécision. Par conséquent, cette situation peut induire un dialogue imprécis, elliptique, susceptible de rendre l'exploitation du corpus difficile. De plus, elle est de nature à favoriser le recours aux gestes, dont ceux de désignation en particulier (interaction multimodale), qui n'entrent pas dans le cadre de notre étude. C'est effectivement ce que nous avons observé lors d'une analyse préliminaire des dialogues réalisés en co-présence.

Nous avons donc préféré ne pas tenir compte des données issues de cette situation dans l'analyse qui suit.

1.1.2. Situation expérimentale 2 : avec environnement partagé

Dans cette situation, le sujet et l'expert ne se trouvent pas dans la même pièce, mais peuvent communiquer librement par le biais d'un interphone. L'expert partage également avec les sujets l'état courant de l'application tel qu'il apparaît à l'écran grâce au logiciel de copie d'écran TIMBUKTU (cf. Figure 13). L'expert peut ainsi suivre pas à pas l'évolution de la tâche de mise en page en cours de réalisation.

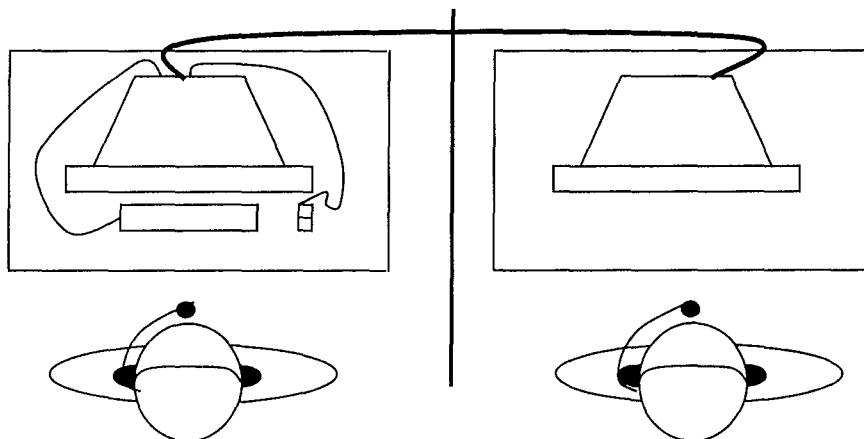


Figure 13 : Situation expérimentale avec écran partagé.

1.1.3. Situation expérimentale 3 : sans environnement partagé

Cette dernière situation est identique à la précédente, à ceci près que les experts n'ont pas accès à l'écran des novices.

1.2. Données enregistrées

Les gestes des novices, ainsi que l'état du système et son évolution tels qu'ils apparaissent sur leur écran, ont été vidéo-enregistrés ; de plus les dialogues expert-novice ont été enregistrés puis retranscrits. Ces transcriptions comprennent (cf. Tableau 1) :

- les interventions orales des experts et des novices au cours de l'expérience, numérotées et datées ;
- l'indication de la tâche en cours ;
- la description des gestes des protagonistes ;
- les actions des novices et leur effet à l'écran.

Nous avons analysé les transcriptions des dialogues expert-novice recueillis dans les situations 2 et 3.

| Date et n° de séquence | Verbalisations | Gestes | Actions sur l'interface [Effets à l'écran] | Tâche |
|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 144 | Expert : Mais tu te mets pas derrière "Monsieur" parce que si tu te mets derrière "Monsieur" tu vas effacer "Monsieur". | | Le novice déplace le curseur vers le début de la ligne "Monsieur" Puis efface les deux lignes blanches au dessus | |
| 145 | Novice : Ah, d'accord | | Le novice descend le curseur à la ligne du dessous. Cette ligne est alors remontée, devant "Monsieur" | |
| 146 | Expert : Ben là, tu fais un retour à la ligne. Voilà, c'est bon... Là, si tu veux insérer un blanc, tu fais un retour à la ligne aussi. | | La ligne redescend sous "Monsieur" | |
| 136 | Novice : Et pour faire un alinéa je fais comment ? | | | Début tâche 12 |

Tableau 1 : Extrait du corpus du GEDIC, situation avec écran partagé, Sujet 11.

Une première analyse des données issues des situations avec environnement partagé et sans environnement partagé a été effectuée afin de définir une grille d'analyse destinée à faciliter la mise en évidence des stratégies mises en place par les experts. Cette grille fait intervenir une double classification : l'une porte sur les actes de langage des novices, l'autre sur ceux des experts. Concernant les requêtes des novices, l'élaboration de cette grille a bénéficié des taxonomies disponibles dans la littérature (cf. chapitre 2, paragraphe 2.4.2).

2. Analyse des données – Approche

L'approche employée pour effectuer l'analyse des dialogues, en particulier le choix des dimensions et des critères d'analyse, conditionne les résultats qu'il est possible d'espérer obtenir d'une telle étude. Nous définissons dans la suite les dimensions d'analyse visées.

2.1. Dimensions d'analyse

Notre objectif n'est pas de produire une analyse pragmatique des dialogues expert-novice étudiés, dans le but par exemple de proposer une modélisation des procédés dynamiques de remise en cause des croyances et de ceux, corrélatifs, d'acquisition de connaissances qui sont l'objet d'un processus de négociation entre un locuteur et son interlocuteur. Si de tels processus sont en jeu au cours des dialogues d'aide, notre approche n'a pas pour objectif de modéliser les positionnements successifs des locuteurs (utilisateurs et système d'aide) au cours du dialogue, ni l'état de leurs croyances ou de leurs connaissances.

Nous proposons ici une étude de l'exploitation des informations contextuelles par les experts afin d'identifier le rôle exact de ces informations, d'une part, en tant que source d'indices sur les besoins effectifs des sujets et, d'autre part, en tant que facteur influençant la lisibilité des informations d'aide. Nous faisons en effet l'hypothèse que la maîtrise et la mise en œuvre de l'information contextuelle sont au cœur des stratégies d'aide exploitées par les experts au cours des dialogues.

Avant de présenter la taxonomie employée pour analyser les dialogues du GEDIC, nous définissons plus précisément la notion de contexte.

2.2. La notion de contexte

Nous précisons ici une définition de la notion de contexte, afin de clarifier l'acception du terme tel que nous employons.

2.2.1. Définitions de la notion de contexte

La notion de contexte est mal définie dans la littérature et est appliquée sans distinction à plusieurs aspects de l'interaction homme-machine.

On parle en général de contexte en référence aux éléments suivants :

- *L'environnement* : ce niveau est celui de la définition la plus générale de la notion de contexte, dite écologique. Selon ce point de vue, le terme "contexte" désigne les conditions "environnementales" dans lesquelles se situe l'activité ; il fait référence à

des éléments extérieurs au domaine d'application, mais qui exercent une influence sur l'activité. Au niveau environnemental, la notion de contexte recouvre un ensemble flou de variables affectant l'interaction : contraintes de l'environnement de travail, et conditions existentielles, psychologiques, sociales, subjectives ou objectives de production des tâches en situation. Cette définition du contexte est souvent prise en compte pour l'étude de systèmes tutoriaux, afin de considérer les diverses situations d'apprentissage (Linard, 1998).

- **L'application** : la notion de contexte peut également être liée au domaine d'application considéré. Dans ce cas, elle désigne un environnement d'utilisation spécifique à un type d'application (environnement matériel et logiciel, type de tâche, etc.) et renvoie aux contraintes intrinsèques qui pèsent sur l'interaction lors de l'utilisation du logiciel d'application. Ces contraintes, contrairement à celles d'ordre environnemental, sont indissociables de la tâche à réaliser.
- **L'activité** : au niveau de l'activité, le contexte recouvre l'ensemble des caractéristiques instantanées de l'interaction de l'utilisateur avec le logiciel, de la tâche en cours de réalisation à l'état du système à un instant donné.

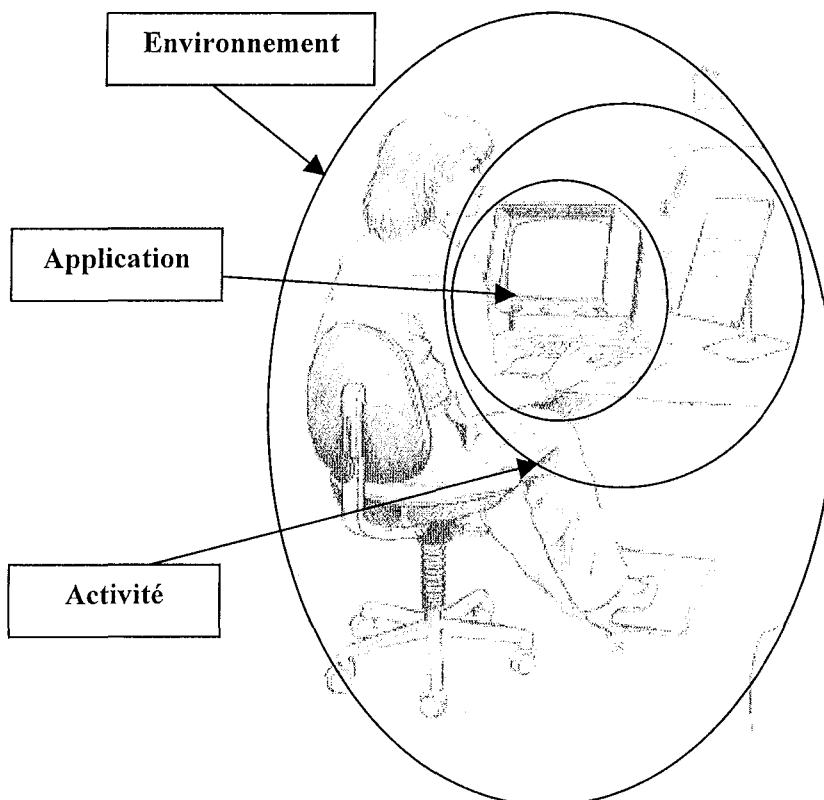


Figure 14 : Définition des différents niveaux de contexte.

Les variables contextuelles situées aux niveaux de l'environnement et de l'activité sont riches et peuvent permettre d'envisager des améliorations notables des systèmes d'aide. Pour autant, dans le but de restreindre le champ de notre recherche nous ne tiendrons compte que des variables qui se situent au niveau de l'activité de l'utilisateur.

Nous avons discuté, dans la première partie, l'impact que pouvaient avoir l'ensemble des autres variables contextuelles (variables environnementales et variables liées à l'application) sur l'implémentation d'un système d'aide (cf. chapitre 1).

2.2.2. Sources d'informations contextuelles

Au cours des dialogues d'aide, les informations contextuelles pertinentes ont plusieurs sources. Elles peuvent être construites par les experts à partir :

- des informations directement perceptibles dans l'environnement de travail, notamment les affichages ;
- des interventions des sujets (demandes d'aide principalement) ;
- d'inférences réalisées à partir de ces deux classes d'informations et de connaissances générales antérieures (Karsenty, 1997).

Les sources de connaissances contextuelles sont donc multiples. Quant à leur utilisation dans les dialogues, elle n'est pas toujours explicite dans le corpus de dialogues étudié.

La taxonomie présentée dans le chapitre suivant, utilisée en tant que grille d'analyse des dialogues, est utile pour détecter efficacement et avec objectivité ces utilisations implicites, donc pour déterminer, de façon systématique et aussi exhaustive que possible, les divers types d'informations contextuelles mis en œuvre par les experts, ainsi que les différents rôles de ces informations dans l'élaboration, par les experts, du contenu et de la forme des messages d'aide.

Cette taxonomie fait intervenir plusieurs critères de classification indépendants. Par conséquent, la caractérisation d'une intervention d'un expert ou d'un sujet prend la forme d'un n-uplet de valeurs ou champs. En particulier, nous distinguons les références explicites au contexte faites par les experts au cours du dialogue (*contexte explicite*) des informations contextuelles qu'ils utilisent, sans les mentionner dans leurs interventions d'aide, pour comprendre et satisfaire les besoins des utilisateurs (*contexte implicite*). Le contexte implicite est inféré à partir de l'ensemble des informations contextuelles disponibles dont, notamment, les informations d'aide fournies par les experts aux novices de leur propre initiative ou en réponse aux requêtes de ces derniers.

Chapitre 5

Taxonomie des interventions des experts et des sujets :

Présentation et mise en œuvre

Plusieurs études antérieures se sont déjà appuyées sur l'analyse des requêtes d'utilisateurs dans des situations d'aide, afin d'établir une catégorisation de leurs besoins en information (Pilkington, 1992 ; Roestler et McLellan, 1995). Elles ont pour objectif d'organiser des bases d'informations d'aide de plus en plus vastes en raison de la diversité croissante des fonctions offertes aux utilisateurs, en fonction des catégories d'informations sollicitées par les utilisateurs. Elles s'inscrivent dans une approche qui vise à définir et à mettre à la disposition des utilisateurs des outils de recherche intuitifs et efficaces (cf. Chapitre 2).

L'étude de Pilkington va plus loin dans la mesure où son objectif est de poser les bases d'un système d'aide en ligne en langue naturelle (Pilkington, 1992). Dans ce cadre, l'auteur propose, en plus d'une caractérisation des requêtes des utilisateurs, une catégorisation du contenu informationnel et de la syntaxe des réponses correspondantes, en vue de permettre la génération dynamique de messages adaptés au type d'information demandé. Cependant, cette caractérisation des messages ne tient compte ni de l'activité en cours ni de l'intention courante de l'utilisateur ; elle est fonction uniquement de l'objet de la demande.

Notre recherche se distingue des précédentes dans son objet. Elle a pour but d'élucider les heuristiques employées par les experts humains pour répondre aux besoins effectifs des novices. Une telle étude nécessite de caractériser non seulement les requêtes des utilisateurs mais également, d'une part, le contenu informationnel des interventions des experts en réponse à ces demandes et, d'autre part, les informations contextuelles qu'ils exploitent implicitement ou explicitement pour construire leurs interventions d'aide.

1. Approche

La taxonomie que nous proposons s'applique à décrire les interventions des experts selon une double perspective :

- *sémantique* (caractérisation du contenu informationnel des interventions) ;
- et *pragmatique* (caractérisation des stratégies de sélection et de mise en œuvre de l'information en fonction des informations contextuelles disponibles).

Nous ne nous intéressons pas aux stratégies de demande d'informations des sujets novices en tant que telles. En conséquence, lors du codage des dialogues, nous tenons compte uniquement, pour la caractérisation des questions et commentaires des novices, du point de vue de l'expert, c'est-à-dire de leur valeur en tant qu'information sur le contexte d'interaction, nécessaire à la mise en œuvre de l'aide.

Chaque intervention de l'expert est caractérisée par 7 champs informatifs, portant chacun sur une caractéristique sémantique ou pragmatique de l'intervention considérée. La combinaison de ces champs d'information permet de caractériser de façon précise les interventions des experts en fonction des informations contextuelles qu'elles exploitent (contexte courant

d'interaction, besoins en information des novices, etc.), donc en fonction des stratégies d'aide qui les sous-tendent.

La suite du chapitre est consacrée à la présentation de cette taxonomie sous la forme où nous l'avons utilisée, c'est-à-dire sous la forme des différents champs (i.e., critères de classification) utilisés pour caractériser les interventions dans les dialogues retenus, et des valeurs (i.e., classes définies par un critère) qu'il est possible de leur affecter. Pour la clarté de la description, les champs ont été regroupés en fonction du type d'information qu'ils caractérisent : pragmatique ou sémantique.

2. Informations pragmatiques

Quatre champs permettent de caractériser les informations relatives à la gestion par l'expert de ses apports d'informations au cours du dialogue. Ces champs concernent l'initiative de l'échange (*Initiative*), la forme de l'intervention (*Forme*) ainsi que, pour les échanges à l'initiative du novice, le type de question à l'origine de la réponse de l'expert (*Question*) et le type de connaissance contextuelle impliqué dans le choix de l'information fournie par l'expert (*Contexte implicite*).

2.1. Initiative

Ce champ permet de distinguer les réponses de l'expert à une question exprimée par les sujets, des interventions qu'il fait de sa propre initiative.

Ce champ peut donc prendre les deux valeurs suivantes :

- **Réponse** : Lorsque l'échange est initié par le sujet. Est annotée comme *Réponse*, toute intervention de l'expert qui fait suite à une question du novice, que celle-ci soit explicite ou non, et que l'intervention de l'expert soit ou non une réponse directe à cette question.

Exemple 1 : Réponse à une question explicite ; Sujet 4, situation avec écran partagé.

Dans cet exemple, la question est correctement formulée et contient une indication précise sur l'information cherchée.

| Num. | Verbalisation | Gestes | Actions sur l'interface [Effets à l'écran] | Tâche |
|------|-------------------------------------------------------------------------------|--------|-----------------------------------------------|----------------------|
| 3 | Novice : Le curseur, comment on fait pour le remettre au début ? | | | Début Tâche 2a |
| 4 | Expert : Alors tu as deux possibilités, soit tu utilise les flèches... | | | |

Exemple 2 : Réponse à une question implicite ; Sujet 7, situation avec écran partagé.

Dans la plupart des cas, les interventions des novices auxquelles font réponse les experts ne contiennent pas de formulation précise de leurs besoins en information. Les questions sont implicites et les besoins des sujets sont en fait inférés par les experts à partir des autres informations disponibles.

| Num. | Verbalisation | Gestes | Actions sur l'interface [Effets à l'écran] | Tâche |
|------|------------------------------------------------------|--------|-----------------------------------------------|-------|
| 83 | Novice : C'est pas ça... | | | |
| 84 | Expert : Non mais pour le remonter fais 'Effacer'... | | | |

- **Initiative** : Lorsque l'échange est initié par l'expert, i.e. dans les cas où aucune requête explicite ne motive l'intervention de l'expert.

Exemple 3 : Intervention à l'initiative de l'expert ; Sujet 7, situation avec écran partagé.

| Num. | Verbalisation | Gestes | Actions sur l'interface [Effets à l'écran] | Tâche |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-----------------------------------------------|-------|
| 74 | Novice : D'accord... | | | |
| 75 | Expert : Là ça fera rien parce que t'as rien sélectionné... Il te faut sélectionner ce que tu veux souligner. | | Le Novice sélectionne 'Format' | |

| Tableau récapitulatif : Champ <i>Initiative</i> | |
|-------------------------------------------------|-------------------|
| Champ | Catégories |
| <i>Initiative</i> | <i>Réponse</i> |
| | <i>Initiative</i> |

Tableau 2 : Tableau récapitulatif du champ *Initiative*

2.2. Forme

Le champ forme permet de distinguer les interventions contextuelles des interventions non contextuelles.

- **Contextuelle** : On considère qu'une intervention est contextuelle si elle fait explicitement référence au contexte d'interaction courant ou à une quelconque autre connaissance contextuelle.

Exemple 4 : Intervention contextuelle contenant une référence à un mot du document à mettre en page ; Sujet 1, situation avec écran partagé.

| Num. | Verbalisation | Gestes | Actions sur l'interface [Effets à l'écran] | Tâche |
|------|------------------------------------------------------------------|--------|--------------------------------------------|-------|
| 148 | Expert : Si tu veux sauter une ligne mets-toi devant "Monsieur". | | N sélectionne "Monsieur" | |

- **Non contextuelle** : Les interventions non contextuelles sont celles qui ne contiennent aucune référence explicite à des connaissances ou à des informations contextuelles.

Exemple 5 : Intervention non contextuelle ; Sujet 15, situation avec écran partagé.

| Num. | Verbalisation | Gestes | Actions sur l'interface [Effets à l'écran] | Tâche |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------------------------------------------|-------|
| 83 | Novice : Je peux attraper le curseur avec la souris ? | | | |
| 84 | Expert : Tu n'as pas besoin de l'attraper, il suffit de cliquer à l'endroit où tu veux qu'il soit, il se déplace automatiquement. | | | |

| Tableau récapitulatif : Champ <i>Forme</i> | |
|--------------------------------------------|-------------------------|
| Champ | Catégories |
| <i>Forme</i> | <i>Contextuelle</i> |
| | <i>Non contextuelle</i> |

Tableau 3 : Tableau récapitulatif du champ *Forme*.

2.3. Question (interventions des novices)

On distingue quatre catégories de questions parmi les requêtes des sujets. Ces quatre catégories sont tirées de l'étude précédente de Pilkington (Pilkington, 1992), qui recense également quatre types de requêtes (*Pourquoi*, *Comment*, *Quel est l'objet pour*, *Est-il possible de*, cf. chapitre 2, paragraphe 2.4.2)

- **Comment** : Les questions de type *Comment* sont des demandes d'information procédurale. L'information demandée est une information syntaxique portant sur la procédure de réalisation d'une tâche (cf. Exemple 1).
- **Quoi** : Les questions de type *Quoi* sont des demandes d'information sémantique pouvant porter soit sur une intervention de l'expert, soit sur un objet de l'application graphique.

Exemple 6 : Question de type Quoi ; Sujet 5, situation avec écran partagé.

| Num. | Verbalisation | Gestes | Actions sur l'interface [Effets à l'écran] | Tâche |
|------|---------------------------------------------|--------|-----------------------------------------------|-------|
| 104 | Novice : Mais c'est quoi que j'ai attrapé ? | | | |
| 105 | Expert : C'est les tabulations | | | |

- **Pourquoi** : Les *Pourquoi* sont des demandes d'explication sur le comportement de l'application. Le plus souvent, ces questions font suite à une action des sujets qui a produit un effet inattendu.

Exemple 7 : Question de type Pourquoi ; Sujet 7, situation avec écran partagé.

| Num. | Verbalisation | Gestes | Actions sur l'interface [Effets à l'écran] | Tâche |
|------|-------------------------------------------------------------|--------|-----------------------------------------------|-------|
| 79 | Novice : Pourquoi ça l'a effacé ? | | N appuie sur la touche 'retour chariot' | |
| 80 | Expert : Parce que le curseur devait être à l'intérieur.... | | | |

- **Demandes générales** : Certaines demandes ne portent pas directement sur la connaissance du système et de son fonctionnement, mais sur l'activité des sujets elle même. Les demandes générales sont de trois types : demandes de confirmation, demandes d'évaluation et demandes d'orientation/guidage.
 - **Demandes de confirmation** : les demandes de confirmation portent sur l'évaluation de propositions d'actions ou de procédures de réalisation de tâches formulées par les sujets. Elles visent à faire valider par l'expert les actions envisagées pour réaliser une intention.

Exemple 8 : Demande de confirmation ; Sujet 9, situation avec écran partagé.

| Num. | Verbalisation | Gestes | Actions sur l'interface [Effets à l'écran] | Tâche |
|------|------------------------------------------------------------------------------------|--------|-----------------------------------------------|-------|
| 45 | Novice : Si je mets le curseur là et que je fais un retour à la ligne, c'est bon ? | | | |
| 46 | Expert : Oui, c'est bon | | | |

- **Demandes d'évaluation** : Ces demandes portent sur l'évaluation des effets des dernières actions réalisées par les sujets sur l'état du système ou sur le texte à mettre en forme. Cette catégorie n'est pas redondante avec la catégorie *Pourquoi*, dans la mesure où il n'est pas demandé une explication du comportement du système, mais une validation de la dernière (ou des dernières) action(s) exécutée(s), par l'évaluation de l'état courant de l'application.

Exemple 9 : Demande d'évaluation ; Sujet 16, situation sans environnement partagé.

| Num. | Verbalisation | Gestes | Actions sur l'interface [Effets à l'écran] | Tâche |
|------|----------------------------------------------------------------------|--------|-----------------------------------------------|-------|
| 81 | Novice : Alors, en fait, est-ce que mon curseur est au bon endroit ? | | | |

- **Demandes d'orientation :** Les sujets expriment par ce type de demande leur besoin d'être guidés dans la planification de leur activité future; La plupart des demandes de ce type portent sur l'ordre de réalisation des tâches prescrites.

Exemple 10 : Demande d'orientation ; Sujet 15, situation avec écran partagé.

| Num.. | Verbalisation | Gestes | Actions sur l'interface [Effets à l'écran] | Tâche |
|-------|-----------------------------------------------|--------|-----------------------------------------------|-------|
| 17 | Novice : Et je le décale tout de suite ? | | | |
| 18 | Expert : Remplace d'abord le texte à réécrire | | | |

| Tableau récapitulatif : Champ <i>Question</i> | | | |
|-----------------------------------------------|-------------------------|--------------------------------|--|
| Champ | Catégories | Sous-catégories | |
| <i>Question</i> | <i>Comment</i> | — | |
| | <i>Quoi</i> | — | |
| | <i>Pourquoi</i> | — | |
| | <i>Demande générale</i> | <i>Demande d'orientation</i> | |
| | | <i>Demande d'évaluation</i> | |
| | | <i>Demande de confirmation</i> | |

Tableau 4 : Tableau récapitulatif du champ *Questions*.

2.4. Contexte implicite

Le contexte implicite désigne l'information contextuelle accessible aux experts, et à partir de laquelle ceux-ci infèrent les informations nécessaires à la mise en œuvre de leur stratégie d'aide. Ces informations contextuelles jouent un rôle important dans la définition du contenu informationnel de leurs interventions et dans leur stratégie d'intervention ; ce rôle est explicité dans le chapitre 6.

Les catégories d'informations contextuelles implicites sont au nombre de quatre : l'intention courante du novice, son action courante, l'état d'avancement de la tâche en cours de réalisation et l'état courant du système. Il faut noter que la distinction que nous faisons entre contexte explicite et contexte implicite est une distinction d'ordre fonctionnel. Les informations contextuelles auxquelles il est fait référence ici sont de même nature que celles regroupées dans le champ *Contexte explicite* (voir plus loin). Seul leur rôle diffère.

A noter que, pour faciliter la compréhension des exemples ci-après, certains d'entre eux comportent des références explicites au contexte.

- **Intention courante** : Il s'agit de l'objectif que le sujet envisage de réaliser dans l'immédiat. L'intention courante se distingue de la tâche courante (voir plus loin) dans la mesure où elle porte sur la modification de l'état du document à mettre en page telle que se la représente le sujet, alors que la tâche courante désigne l'action à effectuer sur l'interface, ou la procédure interactive à exécuter pour réaliser cette intention. A noter que la connaissance de l'intention courante est nécessaire à la conduite de l'aide lorsque celle-ci porte sur la réalisation d'un objectif à moyen terme du novice. Le plus souvent, cette information est implicite dans les interventions de type *Instruire* de l'expert, lorsque celles-ci ne répondent pas à un besoin immédiat des sujets.

Exemple 11 : Intervention de type Instruire impliquant la connaissance de l'intention courante du sujet ; Sujet 5, situation avec écran partagé.

Dans cette intervention, l'expert ne répond pas à la question posée par le sujet, mais fournit une information de type Instruire qui suppose la connaissance de l'intention courante du sujet. La référence explicite au contexte permet d'inférer que l'expert possède et fait intervenir cette connaissance.

| Num. | Verbalisation | Gestes | Actions sur l'interface [Effets à l'écran] | Tâche |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-----------------------------------------------|-------|
| 11 | Novice : Faut que j'aille le [le curseur ??] chercher ou c'est pas la peine ? | | | |
| 12 | Expert : Avec ta souris, mets toi devant "SOCIETE" et quand elle est en forme de curseur tu appuies. | | | |

- **Action courante** : On entend par action courante, l'action élémentaire (sélection de texte, activation d'une icône, etc.) engagée par les sujets à un instant donné de l'interaction. La distinction entre intention courante et action courante est motivée principalement par le décalage fréquemment observé entre l'objectif visé par les sujets et l'action ou la procédure qu'ils envisagent ou qu'ils sont en train d'exécuter, ou encore qu'ils viennent d'effectuer, en vue de réaliser cet objectif. La fréquence des erreurs commises par les sujets conduit d'ailleurs experts et sujets à distinguer dans le discours l'objectif visé de l'action ou de la procédure correspondant à sa réalisation.

Exemple 12 : Intervention de type Evaluer impliquant la connaissance de l'action courante du sujet ; Sujet 4, situation avec écran partagé.

Ici, la tâche consiste à centrer un élément du texte. Connaissant l'intention courante du novice (réalisation de la tâche 5) et l'action courante du novice (déplacement du curseur en utilisant les flèches du clavier), l'expert est à même d'évaluer la procédure adoptée par le novice pour réaliser l'étape courante de cette tâche.

| Num. | Verbalisation | Gestes | Actions sur l'interface [Effets à l'écran] | Tâche |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------------------------------------------------------------|---------|
| 17 | Novice : Comme ça non ? | | Le novice déplace le curseur vers la droite avec les flèches du clavier | Tâche 5 |
| 18 | Expert : Non, tu dois utiliser une autre procédure. Enfin, il y a une procédure plus rapide. | | | Tâche 5 |

- **Etat de réalisation de la tâche :** L'état de réalisation d'une tâche complexe désigne, selon le contexte des échanges, l'étape en cours de réalisation ou la dernière étape réalisée, ou encore l'étape suivante envisagée, dans le déroulement de la procédure proposée par l'expert ou par le sujet pour la réalisation de cette tâche. On suppose donc que la réalisation d'une tâche complexe passe par l'élaboration préalable d'un plan de réalisation comportant un certain nombre d'étapes intermédiaires.

On infère, à partir des protocoles verbaux, que l'expert connaît l'état de réalisation de la tâche en cours et utilise cette connaissance pour sélectionner l'information d'aide proposée au sujet, lorsque cette information répond exactement au besoin courant du novice, compte tenu de l'état courant d'avancement de la procédure de réalisation de cette tâche.

Exemple 13 : Intervention de type Instruire impliquant la connaissance de l'état de réalisation de la tâche ; Sujet 13, situation sans environnement partagé.

Cette intervention s'inscrit dans une procédure de réalisation de tâche et nécessite en tant que telle la connaissance de l'état courant de réalisation de la tâche.

| Num. | Verbalisation | Gestes | Actions sur l'interface [Effets à l'écran] | Tâche |
|------|---------------------------------------------------|--------|--------------------------------------------|---------|
| 17 | Expert : Maintenant tu fais un retour à la ligne. | | | Tâche 6 |

- **Etat courant du système :** Les manipulations des sujets modifient l'état général du système et ces modifications sont reflétées par l'évolution des affichages. Cet état général courant constitue une connaissance contextuelle qui est prise en compte par les experts. En effet, la réalisation d'une tâche peut nécessiter l'adaptation de la procédure standard de réalisation de cette tâche à l'état courant du système. En distinguant l'évolution, au cours de l'interaction, de la réalisation de la tâche de celle de l'état du système, on se donne les moyens de faire la différence entre les modifications de cet état voulues par les sujets (*Etat de réalisation de la tâche*) et celles qui sont dues à des erreurs de manipulation de leur part (*Etat courant du système*).

Exemple 14 : Intervention de type Instruire impliquant la connaissance de l'état courant du système ; Sujet 13, situation sans environnement partagé.

Pour prendre l'initiative de dicter au sujet la procédure d'affichage de la règle, l'expert doit savoir que, dans l'état courant du système qu'il a inféré à partir des échanges verbaux avec le sujet, la règle n'est pas affichée.

| Num. | Verbalisation | Gestes | Actions sur l'interface [Effets à l'écran] | Tâche |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------------------------------------------|---------|
| 17 | Expert : Maintenant, tu vas dans le menu 'Format' avec ta souris et tu vas voir 'Afficher la règle'. | | Le novice ouvre le menu 'Format' | Tâche 3 |

- **La liste des tâches :** Cette catégorie ad-hoc est introduite pour tenir compte d'une caractéristique du protocole expérimental ; il s'agit de la liste des 19 tâches pré-définies que les sujets doivent réaliser, que l'expert connaît et qu'il utilise parfois.

Exemple 15 : Intervention de type Informer impliquant la connaissance de la liste des tâches à accomplir ; Sujet 4, situation avec écran partagé.

Dans cet exemple, le novice n'as pas exprimé le souhait de saisir le texte dans le style relief.

| Num. | Verbalisation | Gestes | Actions sur l'interface [Effets à l'écran] | Tâche |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------------------------------------------|---------|
| 201 | Expert : Tu as écrit "Dernière lettre de relance" en majuscules, mais il te faut en réalité l'écrire en relief. C'est un style particulier qui s'appelle 'Relief'. | | Le novice ouvre le menu 'Format' | Tâche 3 |

- **Historiques :** Les différents historiques sont la trace des différentes interactions entre l'expert et le sujet au cours de l'expérience. Ils représentent un ensemble de connaissances construites progressivement au fil de l'évolution de l'interaction. Ces connaissances portent sur les actions réalisées par les sujets, les échanges expert-sujet et la trace de l'évolution de l'état du système. Les références explicites des experts à ces connaissances permettent de supposer que ceux-ci les enregistrent en mémoire et les utilisent dans leurs stratégies d'aide pour faciliter l'apprentissage de l'utilisation du logiciel et consolider les acquis issus de l'interaction.
 - **Historique des actions :** L'historique des actions est la trace des différentes actions accomplies par le novice au cours de l'expérience.

Exemple 16 : Référence explicite à l'historique des actions ; Sujet 1, situation avec écran partagé.

| Num. | Verbalisation | Gestes | Actions sur l'interface [Effets à l'écran] | Tâche |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------------------------------------------|----------|
| 270 | Expert : Ton curseur est placé juste avant le "service contentieux", comme quand tu as fais les paragraphes et que tu as positionné ton curseur. | | | Tâche 13 |

- **Historique des échanges** : L'historique des échanges est la trace des échanges oraux entre l'expert et le sujet au cours de l'expérience.

Exemple 17 : Intervention de type Instruire faisant référence à une intervention précédente de l'expert ; Sujet 9, situation avec écran partagé.

| Num. | Verbalisation | Gestes | Actions sur l'interface [Effets à l'écran] | Tâche |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-----------------------------------------------|----------|
| 270 | Expert : Tu te rappelles ce que je t'ai dit tout à l'heure pour sélectionner, tu refais pareil. | | | Tâche 13 |

| Tableau récapitulatif : Champ <i>Contexte implicite</i> | | | |
|---------------------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------|--------------------------------|
| Champ | Catégories | Sous-catégories | |
| <i>Contexte implicite</i> | <i>Intention courante</i> | — | |
| | <i>Action courante</i> | — | |
| | <i>Etat de réalisation de la tâche</i> | — | |
| | <i>Etat courant du système</i> | — | |
| | <i>Liste des tâches</i> | — | |
| | <i>Historique</i> | | <i>Historique des actions</i> |
| | | | <i>Historique des échanges</i> |

Tableau 5 : Tableau récapitulatif du champ *Contexte implicite*

3. Informations sémantiques

Les champs décrits dans la suite s'attachent à caractériser la portée informative des interventions des experts : ils en caractérisent le contenu informationnel. Ils sont au nombre de trois, qui portent exclusivement sur les interventions des experts. Pour chacune d'elles, ils permettent de préciser : le type de l'information d'aide fournie (*Information*), l'objet sur lequel elle porte (*Objet*) et, lorsque l'intervention contient une référence explicite au contexte, la nature du contexte référencé explicitement (*Contexte explicite*).

Lorsqu'une intervention contient plusieurs informations d'aide, l'intervention est découpée en sous-énoncés dont chacun correspond à la formulation d'une seule information et fait l'objet d'une caractérisation spécifique.

3.1. Information

Ce champ peut prendre l'une des cinq valeurs décrites ci-après, qui correspondent aux quatre types d'informations fournis par les experts, auxquels on adjoint leurs demandes d'informations. Ces requêtes, si elles sont rares lorsque les experts ont accès aux informations affichées sur l'écran du novice, sont relativement fréquentes dans la situation "sans environnement partagé".

- **Informer** : Les interventions de type *Informer* communiquent des informations d'ordre sémantique, au sens courant du terme (e.g., définitions de termes et de concepts), ou des connaissances générales sur le logiciel (e.g., fonction d'un objet graphique, rôle d'une fonctionnalité du logiciel, etc.).

Exemple 18 : Intervention de type *Informer* portant sur la différence entre "centrer" et "faire un retrait à droite en début de paragraphe" (cf. la notion d'alinéa) ; Sujet 18, situation sans environnement partagé.

| Num. | Verbalisation | Gestes | Actions sur l'interface [Effets à l'écran] | Tâche |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-----------------------------------------------|-------------------|
| 208 | Expert : "Monsieur" n'est pas centré, devant "Monsieur" il y a en fait un alinéa. | | | Début Tâche 12 |

- **Instruire** : Les interventions de type *Instruire* contiennent des informations procédurales. La description des actions/manipulations nécessaires à l'accomplissement d'une tâche grâce au logiciel et à leur enchaînement temporel, est constituée d'informations procédurales.

Exemple 19 : Intervention de type *Instruire* portant sur une tâche simple, le changement de police de caractères ; Sujet 16, situation sans environnement partagé.

| Num. | Verbalisation | Gestes | Actions sur l'interface [Effets à l'écran] | Tâche |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-----------------------------------------------|-------------------|
| 272 | Expert : Pour changer de caractères il faut que tu sélectionnes ta ligne "Dernière lettre de relance". | | | Début Tâche 12 |

- **Evaluer** : Les interventions de type *Evaluer* expriment des informations de nature pragmatique, c'est à dire des informations concernant l'évaluation des actions réalisées par le novice, ou la pertinence des propositions formulées par celui-ci.

Exemple 20 : Intervention de type *Evaluer* suite à une proposition du novice portant sur la réalisation d'une étape (utilisation de l'ascenseur pour faire défiler le texte) d'une tâche complexe ; Sujet 15, situation avec écran partagé.

| Num. | Verbalisation | Gestes | Actions sur l'interface [Effets à l'écran] | Tâche |
|------|-------------------------------------------------------|--------|--------------------------------------------|-------------------|
| 146 | Novice : Alors là je descends pour monter mon texte ? | | | Début Tâche 12 |
| 147 | Expert : Non, là c'est bon. | | | Début Tâche 12 |

- **Orienter :** Les interventions de ce type fournissent une information stratégique, c'est-à-dire relative à la gestion du flux des tâches.

Exemple 21 : Intervention de type *Orienter* portant sur l'enchaînement de deux tâches prescrites (création de paragraphes et d'alinéas) ; Sujet 15, situation avec écran partagé.

| Num. | Verbalisation | Gestes | Actions sur l'interface [Effets à l'écran] | Tâche |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------------------------------------------|-------------|
| 103 | Expert : Attends parce que là t'as fait tes paragraphes mais tu dois faire les alinéas. | | | Tâche 12 |

- **Demander :** On regroupe dans cette catégorie générique toutes les demandes d'information émises par les experts. Le type d'information demandé est précisé dans le champ *Objet* (voir le paragraphe suivant, 3.2).

Exemple 22 : Demande d'information portant sur l'état de réalisation de la tâche courante ; Sujet 18, situation sans environnement partagé.

| Num. | Verbalisation | Gestes | Actions sur l'interface [Effets à l'écran] | Tâche |
|------|----------------------------------------------------|--------|--------------------------------------------|-------------|
| 118 | Expert : Est-ce que tu as positionné ton curseur ? | | | Tâche 12 |

| Tableau récapitulatif : Champ <i>Information</i> | |
|--------------------------------------------------|-------------------|
| <i>Réponse</i> | <i>Catégories</i> |
| | <i>Instruire</i> |
| | <i>Informier</i> |
| | <i>Orienter</i> |
| | <i>Evaluer</i> |
| | <i>Demandes</i> |

Tableau 6 : Tableau récapitulatif du champ *Réponses*.

3.2. Objet

Les classes du champ *Objet* permettent de caractériser les différents sujets abordés par les experts dans leurs interventions. On distingue ainsi les interventions portant sur :

- la tâche,
- le logiciel (*Système*)
- et l'activité (incluant les actions et intentions des sujets, ainsi que leur incidence sur l'état d'avancement de la réalisation de la tâche courante et leurs effets sur le système).

3.2.1. Tâche

Cette valeur du champ *Objet* caractérise les interventions portant sur la réalisation d'une tâche. Les stratégies de présentation de l'information mises en œuvre par les experts ont conduit à raffiner cette caractérisation et à élaborer une classification hiérarchique des tâches en fonction de la complexité des actions nécessaires à leur réalisation. Ces stratégies font l'objet d'une présentation détaillée dans le chapitre 3 de cette partie.

- **Tâche atomique :** Une *tâche atomique* est une manipulation élémentaire de l'interface, dénuée de signification autonome (clic souris, activation d'une touche clavier, etc.).

Exemple 23 : Intervention de type *Instruire* portant sur une tâche atomique, la sélection d'un objet graphique à l'aide de la souris ; *Sujet 18*, situation sans environnement partagé.

| Num. | Verbalisation | Gestes | Actions sur l'interface [Effets à l'écran] | Tâche |
|------|------------------------------------------------------------|--------|-----------------------------------------------|-------|
| 24 | Expert : Tu appuies sur la souris et tu laisses appuyé ... | | Le novice sélectionne le mot "Apple" | |

- **Tâche simple :** Une *tâche simple* est une action ou une série d'actions dont la sémantique correspond à une fonction de base du logiciel utilisé ; pour un traitement de texte, la sélection d'une zone de texte, le positionnement du curseur texte ou encore l'activation d'une fonction de base du logiciel en cliquant sur l'icône correspondante sont des tâches simples. Une tâche simple peut être considérée comme une suite d'actions atomiques.

Exemple 24 : Intervention de type *Instruire* portant sur une tâche simple (activation d'une fonction du logiciel en cliquant sur l'icône correspondante dans la barre des outils standard) ; Sujet 13, situation sans environnement partagé.

| Num. | Verbalisation | Gestes | Actions sur l'interface [Effets à l'écran] | Tâche |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------------------------------------|-------|
| 24 | Expert : Maintenant tu prends ta souris, tu l'amènes sur l'icône et tu appuies. | | Le novice clique sur l'icône 'Aligner à droite' | |

- **Tâche complexe :** Une *tâche complexe* est une tâche dont la réalisation nécessite l'exécution d'une suite de tâches simples ou procédure (e.g., encadrement, justification, etc. ...).

Exemple 25 : Intervention de type *Informer* portant sur une tâche complexe ; Sujet 5, situation avec écran partagé.

Dans cet exemple, la tâche consiste à créer un "Pied de page". L'expert apporte une information sémantique au sujet qui pensait pouvoir simplement taper le texte du pied de page en bas de la page (la lettre à mettre en page tenait sur une seule page).

| Num. | Verbalisation | Gestes | Actions sur l'interface [Effets à l'écran] | Tâche |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------------------------------------------|-------|
| 212 | Expert : Alors maintenant, on va écrire « SA au capital de 1400000 ». C'est particulier au traitement de texte, et on ne va pas l'écrire directement. | | | |

3.2.2. Système

Entrent dans cette catégorie toutes les interventions portant sur les objets d'interaction et la manipulation de l'interface. En général, ces informations ne sont pas liées à l'activité des sujets (en ce sens, elles se distinguent des informations portant sur la tâche).

- **Média d'interaction :** Lorsque l'information donnée porte sur l'utilisation des différents médias d'interaction mis à la disposition des utilisateurs (curseur texte, curseur souris, clavier).

Exemple 26 : Intervention de type *Informer* portant sur un Média/Outil d'interaction (l'utilisation du curseur sous Word) ; Sujet 1, situation avec écran partagé.

| Num. | Verbalisation | Gestes | Actions sur l'interface [Effets à l'écran] | Tâche |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------------------------------------------|-------|
| 287 | Expert : Le curseur en forme de flèche te permet de sélectionner une ligne entière. | | | |

- **Item :** Lorsque l'information donnée porte sur un objet graphique de l'application (item de menu ou icône), pour spécifier par exemple son emplacement ou sa fonction.

Exemple 27 : Intervention de type Informer portant sur un objet de l'application (l'icône permettant de centrer du texte) ; Sujet 15, situation avec écran partagé

| Num. | Verbalisation | Gestes | Actions sur l'interface [Effets à l'écran] | Tâche |
|------|------------------------------------------------------|--------|--------------------------------------------|-------|
| 29 | Expert : Le symbole qui est à droite sert à centrer. | | Le novice place sa souris sur l'icône | |

- **Fonctionnalité** : Lorsque l'information porte sur le fonctionnement du logiciel ou sur une fonction/fonctionnalité spécifique.

Exemple 28 : Intervention de type Informer portant sur une fonctionnalité du système ; sujet 13, sans environnement partagé.

| Num. | Verbalisation | Gestes | Actions sur l'interface [Effets à l'écran] | Tâche |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------------------------------------------|-------|
| 2 | Expert : Il est plus facile de déplacer quatre lignes à la fois que de les déplacer ligne par ligne : il y a une fonction automatique qui te permet de le faire. | | | |

3.2.3. Activité

Il s'agit ici de caractériser, d'une part, l'objet sur lequel portent les interventions des experts destinés à assister les novices dans leur utilisation du logiciel et, d'autre part, les informations contextuelles constituant l'objet principal de leurs demandes d'information, soit : la nature de l'action courante ou de l'intention courante, l'état de réalisation de la tâche, l'état courant du système. Ces types d'information contextuelle ont déjà été présentés dans le paragraphe 2.4 consacré au champ *Contexte implicite*. Nous nous bornerons donc à donner des exemples concernant ces catégories.

Il convient également d'inclure dans cette catégorie un cinquième item, à savoir "les effets des actions des sujets". Cette catégorie a été introduite pour raffiner l'analyse des demandes d'informations des experts et faciliter l'élucidation de leurs stratégies d'aide. Elle est décrite dans la suite du paragraphe.

- **Intention courante**

Exemple 29 : Demande d'information portant sur l'intention courante du sujet ; Sujet 5, situation avec écran partagé.

| Num. | Verbalisation | Gestes | Actions sur l'interface [Effets à l'écran] | Tâche |
|------|----------------------------------------|--------|--------------------------------------------|----------|
| 137 | Expert : Qu'est-ce que tu veux faire ? | | | Tâche 17 |

Exemple 30 : Intervention de type Orienter portant sur les intention des sujets ; Sujet 7, situation avec écran partagé.

| Num. | Verbalisation | Gestes | Actions sur l'interface [Effets à l'écran] | Tâche |
|------|-------------------------------------------------------|--------|--------------------------------------------|----------|
| 88 | Expert : Voilà. Reste encore à faire tous les alinéas | | | Tâche 17 |

- **Action courante**

Exemple 31 : Intervention de type Informer faisant référence à l'action courante ; Sujet 9, situation avec écran partagé

| Num. | Verbalisation | Gestes | Actions sur l'interface [Effets à l'écran] | Tâche |
|------|--------------------------------------------------------------------------------|--------|--------------------------------------------|---------|
| 17 | Expert : Alors pour centrer "Toulouse" tu dois d'abord sélectionner ton texte. | | | Tâche 5 |

Exemple 32 : Demande d'information portant sur l'action courante du sujet ; Sujet 16, situation sans environnement partagé

| Num. | Verbalisation | Gestes | Actions sur l'interface [Effets à l'écran] | Tâche |
|------|----------------------------------|--------|--------------------------------------------|-------|
| 140 | Expert : Qu'est-ce que tu fais ? | | | |

- **Etat de réalisation de la tâche**

Exemple 33: Demande d'information portant sur l'état de réalisation de la tâche ; Sujet 13, situation sans environnement partagé.

| Num. | Verbalisation | Gestes | Actions sur l'interface [Effets à l'écran] | Tâche |
|------|-------------------------------------------------|--------|--------------------------------------------|---------|
| 22 | Expert : Est-ce que ton texte est sélectionné ? | | | Tâche 3 |

Exemple 34 Intervention de type Instruire faisant référence à l'état de réalisation de la tâche ; Sujet 5, situation avec écran partagé.

| Num. | Verbalisation | Gestes | Actions sur l'interface [Effets à l'écran] | Tâche |
|------|------------------------------------------------------------------|--------|--------------------------------------------|----------|
| 137 | Expert : Maintenant que tout est bleu, tu peux lâcher la souris. | | | Tâche 17 |

- **Etat courant du système**

Exemple 35 : Intervention de type Instruire contenant une référence à l'état courant du système ; Sujet 4, situation avec écran partagé.

| Num. | Verbalisation | Gestes | Actions sur l'interface [Effets à l'écran] | Tâche |
|------|--------------------------------------------------------------------------------|--------|-----------------------------------------------|----------|
| 228 | Expert : Il faut d'abord que tu fermes la fenêtre qui est à gauche de l'écran. | | | Tâche 17 |

Exemple 36 : Demande d'information portant sur l'état courant du système ; Sujet 16, situation sans environnement partagé.

| Num. | Verbalisation | Gestes | Actions sur l'interface [Effets à l'écran] | Tâche |
|------|---------------------------------|--------|-----------------------------------------------|-------|
| 198 | Expert : Le menu s'est effacé ? | | | |

- **Effets d'actions :** Cette catégorie représente un raffinement commode de la catégorie *Action courante*. Elle a été introduite pour faciliter l'analyse du corpus, afin de pouvoir aisément regrouper les interventions des experts portant précisément sur les effets des actions des sujets. Il s'est avéré en effet que ces interventions jouaient un rôle primordial dans les stratégies des experts.

Exemple 37 : Intervention de type Evaluer faisant référence à l'effet provoqué par l'action courante ; Sujet 7, situation avec écran partagé.

| Num. | Verbalisation | Gestes | Actions sur l'interface [Effets à l'écran] | Tâche |
|------|--------------------------------------------------------------|--------|-----------------------------------------------|---------|
| 43 | Expert : Voilà, tu vois ça déplace le texte, donc c'est bon. | | | Tâche 8 |

Exemple 38 : Demande d'information portant sur les effets d'actions du sujet ; Sujet 16, situation sans environnement partagé.

| Num. | Verbalisation | Gestes | Actions sur l'interface [Effets à l'écran] | Tâche |
|------|------------------------------------------------------|--------|-----------------------------------------------|---------|
| 137 | Expert : Est-ce que ton texte est souligné en bleu ? | | | Tâche 3 |

| Tableau récapitulatif : Champ <i>Objet</i> | | |
|--------------------------------------------|-----------------|----------------------------------------|
| Champ | Catégories | |
| <i>Objet</i> | <i>Tâche</i> | <i>Tâche atomique</i> |
| | | <i>Tâche simple</i> |
| | | <i>Tâche complexe</i> |
| | <i>Système</i> | <i>Média d'interaction</i> |
| | | <i>Item</i> |
| | | <i>Fonctionnalité</i> |
| | <i>Activité</i> | <i>Action courante</i> |
| | | <i>Intention courante</i> |
| | | <i>Etat de réalisation de la tâche</i> |
| | | <i>Etat courant du système</i> |
| | | <i>Effet d'actions</i> |

Tableau 7 : Tableau récapitulatif du champ *Objet*.

3.3. Contexte explicite

Les catégories considérées sont les mêmes que celles présentées dans le paragraphe consacré au *Contexte implicite* à savoir : intention et action courantes, état courant de réalisation de la tâche, état courant du système, liste des tâches prescrites et historiques. Rappelons que la différence entre ces deux champs tient uniquement à l'utilisation qui est faite des informations contextuelles : le contexte dit implicite n'est pas mentionné dans l'intervention de l'expert considéré mais influe sur le choix des informations d'aide fournies au novice, tandis que par contexte explicite, nous désignons les informations contextuelles mentionnées par l'expert lors des échanges avec les sujets.

Il s'est avéré nécessaire d'adjoindre aux catégories d'information contextuelle déjà présentées, une catégorie supplémentaire concernant les informations présentes à l'écran. Car ces informations sont exploitées par les experts pour désigner les objets affichés, dans les conditions expérimentales autres que la co-présence, qui ne permettent pas l'utilisation de déictiques en association avec des gestes de désignation.

La suite du paragraphe détaille ces valeurs supplémentaires que peut prendre le champ *Contexte explicite*.

- **Ecran** : Les objets affichés sont susceptibles de changer suite aux actions de l'utilisateur ; on considère donc qu'ils constituent une connaissance dynamique contextuelle liée à l'interaction. La catégorie d'information *Ecran* désigne cette connaissance de l'ensemble des objets affichés et de leur position sur l'écran. Ces derniers sont fréquemment évoqués au cours des dialogues en tant qu'éléments de référence spatiale.

- **Zone** : On parle de *Zone* lorsque la désignation porte sur une région cardinale de l'écran, comme par exemple « en bas », « à droite », « en haut à gauche », etc.

Exemple 34 : Référence à une zone ; Sujet 9, situation avec écran partagé.

| Num. | Verbalisation | Gestes | Actions sur l'interface [Effets à l'écran] | Tâche |
|------|---------------------------------------|--------|-----------------------------------------------|-------|
| 111 | Expert : Il y a un ascenseur, en bas. | | | |

- **Item** : Il s'agit des objets d'interaction de l'interface (e.g., objet graphique, icône, item de menu).

Exemple 35 : Référence à un objet graphique de l'interface ; Sujet 5, situation avec écran partagé.

| Num. | Verbalisation | Gestes | Actions sur l'interface [Effets à l'écran] | Tâche |
|------|----------------------------------------------------------------------------|--------|-----------------------------------------------|-------|
| 33 | Expert : Il y a différents symboles. Tu as d'abord la règle numérotée, ... | | | |

- **Texte** : Les interventions des experts font parfois référence au texte ou à des éléments du texte traité. L'objet référencé est alors de type *Texte*.

Exemple 36 : Référence à une connaissance contextuelle de type Texte.

| Num. | Verbalisation | Gestes | Actions sur l'interface [Effets à l'écran] | Tâche |
|------|----------------------------------------------------------------------|--------|-----------------------------------------------|---------------|
| 142 | Expert : Donc tu places ton curseur entre « ci dessus » et « vous ». | | N déplace le curseur à droite | Début T12b |

| Tableau récapitulatif : Champ <i>Contexte explicite</i> | | |
|---------------------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------|
| Champ | Catégories | |
| <i>Contexte explicite</i> | <i>Ecran</i> | <i>Zone</i> |
| | | <i>Item</i> |
| | | <i>Texte</i> |
| | <i>Intention courante</i> | — |
| | <i>Action courante</i> | — |
| | <i>Etat de réalisation de la tâche</i> | — |
| | <i>Etat courant du système</i> | — |
| | <i>Liste des tâches</i> | — |
| | <i>Historique</i> | <i>Historique des actions</i> |
| | <i>Historique des échanges</i> | |

Tableau 8 : Tableau récapitulatif du champ *Contexte explicite*.

4. Tableau récapitulatif général

| Champ | Catégories | Sous catégorie | |
|-------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--|
| Initiative | Réponse | | |
| | Initiative | | |
| Forme | Contextuelle | | |
| | Non contextuelle | | |
| Question | Comment | | |
| | Quoi | | |
| | Pourquoi | | |
| | Demande générale | Demande d'orientation | |
| | | Demande d'évaluation | |
| Demande de confirmation | | | |
| Contexte implicite | Intention courante | | |
| | Action courante | | |
| | Etat de réalisation de la tâche | | |
| | Etat courant du système | | |
| | Liste des tâches | | |
| | Historique | Historique des actions | |
| | | Historique des échanges | |
| Information | Instruire | | |
| | Informar | | |
| | Orienter | | |
| | Evaluer | | |
| | Demandes | | |
| Objet | Tâche | Tâche atomique | |
| | | Tâche simple | |
| | | Tâche complexe | |
| | Système | Média d'interaction | |
| | | Item | |
| | | Fonctionnalité | |
| | Activité | Action courante | |
| | | Intention courante | |
| | | Etat de réalisation de la tâche | |
| | | Etat courant du système | |
| Contexte explicite | Ecran | Zone | |
| | | Item | |
| | | Texte | |
| | Intention courante | | |
| | Action courante | | |
| | Etat de réalisation de la tâche | | |
| | Etat courant du système | | |
| | Liste des tâches | | |
| | Historique | Historique des actions | |
| | | Historique des échanges | |

Chapitre 6

**Analyse des stratégies d'aide des
experts humains**

Nous présentons dans ce chapitre le travail d'analyse que nous avons réalisé à partir de la taxonomie que nous avons élaborée (cf. chapitre 5).

Dans un premier temps, nous expliquons la démarche que nous avons employée au cours de la phase préliminaire d'étiquetage du corpus. L'étiquetage a porté sur un ensemble de 10 dialogues, qui représentent un total d'environ 2000 tours de parole.

L'étiquetage de ce corpus a ensuite donné lieu à une analyse des stratégies d'aide employées par les experts humains, qui rend compte des stratégies de réponse employées, des types de connaissances contextuelles exploitées, etc. Cette analyse est présentée dans la suite de ce chapitre.

1. Etiquetage du corpus

1.1. Découpage du corpus en unités d'information

Le corpus du GEDIC propose une transcription des dialogues structurée uniquement en fonction des tours de parole ; chaque intervention étant précédée d'un numéro et de l'indication du locuteur, 'Expert' ou 'Novice'. Cette granularité de la structuration est insuffisante pour mettre en évidence les stratégies d'aide des experts, car chaque intervention peut inclure plusieurs éléments d'informations de nature différente, voire plusieurs actes de langage distincts.

A noter qu'une intervention se distingue d'un tour de parole dans la mesure où, lorsque l'expert commente une suite d'actions du novice simultanément à leur réalisation sans que celui-ci ne prenne la parole, ce monologue est considéré comme une suite d'interventions s'il est émaillé de silences d'une durée nettement supérieure à celle d'une pause de fin de phrase et s'il porte sur plusieurs actions différentes réalisées par le novice ; sinon il est considéré comme une intervention unique.

Pour extraire du corpus le maximum d'informations sur les stratégies d'aide adoptées par les experts, nous avons décomposé chaque intervention des experts en fonction de son contenu à l'aide de la grille d'analyse présentée dans le chapitre 5 de cette partie. L'extrait suivant illustre le découpage effectué (cf. Tableau 9).

| Num. | Verbalisation | Actions sur l'interface [Effets à l'écran] |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| 9 | Novice : Mais je le veux pas là le curseur, je le veux un peu plus haut à gauche. | |
| 10 | Expert : Ben alors tu le déplaces, tu peux le mettre où tu veux en fait. Alors tu appuies dessus, tu cliques dessus, et normalement le curseur s'est déplacé. | Le novice décale le curseur souris vers la gauche |



Découpage en unités élémentaires d'information

| Num. | Verbalisation | Actions sur l'interface [Effets à l'écran] |
|------|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| 10.a | Expert : Ben alors tu le déplaces, tu peux le mettre où tu veux en fait. | |
| 10.b | Expert : Alors tu appuies sur ta souris, tu cliques dessus | Le novice décale le curseur souris vers la gauche |
| 10.c | Expert : et normalement le curseur s'est déplacé. | |

Tableau 9 : Exemple de découpage d'une intervention en unités élémentaires d'information ; Sujet 1, situation avec écran partagé.

1.2. Annotation des données

Après découpage des interventions des experts en unités d'information élémentaires, chaque élément obtenu a été étiqueté en utilisant la taxonomie détaillée dans le chapitre 5 de cette partie. L'étiquetage utilise, outre les catégories décrites précédemment, le numéro de l'intervention du dialogue étudiée, ainsi que la tâche ou l'action engagée. Le tableau suivant (Tableau 10) présente un extrait du corpus dont l'étiquetage est reproduit dans le tableau 11.

| Num. | Verbalisation | Actions sur l'interface [Effets à l'écran] |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 68 | Expert : Mais c'est pas ces flèches là que je viens d'indiquer. C'est après les flèches. | |
| 69 | Novice : Ah bon, ah pardon... | |
| 70 | Expert : Tu les vois en fait les petits traits, les symboles ça représente ton texte en fait. | |
| 71 | Novice : Ah d'accord. | |
| 72 | Expert : Voilà, alors tu lâches. Voilà, il s'est déplacé. | |
| 73 | Novice : Alors mon mot il reste jaune, c'est normal? | |

Tableau 10 : Extrait du corpus du GEDIC ; Sujet 1, situation avec écran partagé.

| Numéro | Question | Initiative | Information | Objet | Forme | Contexte Explicite | Contexte Implicite |
|--------|----------|------------|-------------|----------------|------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| 68 | _ | Initiative | Evaluer | Tâche | Contextuelle | Historique des échanges Action courante | Historique des échanges Action courante Intention courante |
| 70 | _ | Initiative | Informar | Item | Non contextuelle | | État courant du système Intention courante |
| 72.a | _ | Initiative | Instruire | Tâche atomique | Non contextuelle | | État de réalisation de la tâche |
| 72.b | _ | Initiative | Evaluer | Effet d'action | Contextuelle | État courant du système | État courant du système |

Tableau 11 : Extrait du corpus étiqueté ; Sujet 1, situation avec écran partagé. La tâche courante n'est pas précisée ici faute d'espace : il s'agit de la tâche simple : sélectionner l'icône de justification, dans le cadre de la tâche de justification de texte.

1.3. Niveaux de lecture des interventions des experts

Selon le contexte dans lequel il apparaît, l'interprétation d'un même énoncé (i.e., les actes illocutoire et perlocutoire associés) et donc son codage/étiquetage peuvent varier. Par exemple, l'énoncé suivant, extrait d'une intervention de l'expert, « Alors voilà, la fenêtre est apparue. » ne semble apporter aucun élément d'information important. Cependant, si on replace cet énoncé dans le contexte d'interaction, on peut considérer les niveaux de lecture suivants, lorsqu'on tente d'élucider l'intention de l'expert qui le motive et son effet sur le novice :

- souligner, dans un but didactique (renforcement) la relation de causalité entre la dernière action du novice et le bien-fondé de cette action, ainsi que son effet sur le système (i.e., évolution de l'affichage au cas particulier) ;
- souligner la fin de l'exécution d'une étape de la réalisation de la tâche en cours, selon le procédé de dictée pas à pas employé le plus souvent par les experts pour présenter une procédure complexe. Cette stratégie de présentation de l'information sera détaillée dans la suite ;
- dans une perspective de pragmatique linguistique, cette intervention peut servir également à conserver le tour de parole dans le dialogue et à introduire, en marquant la fin d'une étape dans la procédure, les instructions nécessaires à la réalisation de l'étape suivante ;
- attirer l'attention du novice sur un objet graphique pertinent pour la réalisation de l'étape suivante de la procédure, c'est-à-dire anticiper ses besoins.

1.4. Exploitation des informations contextuelles par les experts

Une distinction opératoire entre contexte explicite et contexte implicite a dû être introduite pour tenir compte de la double exploitation possible de l'information contextuelle dans le dialogue (cf. la présentation de ces notions dans le chapitre 5). Pour mémoire, le contexte est employé par l'expert, d'une part, en tant qu'information permettant d'enrichir le contenu des messages d'aide. Elle sert, en ce sens, à rendre l'information plus lisible (selon la définition du contexte explicite proposée dans le chapitre 5), donc plus facilement compréhensible par le sujet et mieux adaptée à l'interaction courante.

D'autre part, le contexte est exploité comme une source d'indices pertinents, permettant aux experts de mettre en œuvre des stratégies d'aide complexes et adaptées à la fois à la situation d'interaction et aux besoins des sujets.

Nous tentons dans la suite de mettre en évidence ces deux types d'exploitation de l'information contextuelle.

1.4.1. Contexte explicite

Le repérage et l'annotation du *contexte explicite* (contexte auquel il est fait référence explicitement par l'expert) se fait sans difficulté, puisqu'il s'agit simplement de caractériser les informations contextuelles contenues dans les interventions.

Dans l'exemple suivant on constate que les énoncés 30.a et 30.c contiennent des références explicites aux informations contextuelles, tandis que l'énoncé 30.b ne renvoie pas explicitement à des informations de ce type (cf. Tableau 12).

| Num. | Verbalisation | Contexte explicite |
|------|------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 27 | Expert : tu vas sélectionner « Apple », « 9, rue B. Constant » et « BP 17 ». | Cet énoncé contient des références explicites aux mots du texte : « Apple », « 9 rue B. Constant » et « BP 17 ». |
| 29 | Novice : ...avec le curseur ? | |
| 30.a | Expert : Non, pour sélectionner, on utilise la souris en fait. | Cet énoncé contient une référence explicite à l'intention courante : « Pour sélectionner » |
| 30.b | Expert : Tu appuies, voilà..... | |
| 30.c | Expert : Et sans lâcher tu descends jusqu'à « BP17 ». | Cet énoncé contient une référence explicite à un mot du texte : « BP17 » |

Tableau 12 : Exemple d'annotation du contexte explicite ; Sujet 9, situation avec écran partagé.

1.4.2. Contexte implicite

Les experts humains choisissent les informations d'aide fournies aux novices, non seulement en fonction des demandes formulées par ceux-ci, mais également sur la base des inférences qu'il est possible d'effectuer à partir de l'ensemble des informations disponibles. Le *contexte implicite* est constitué par l'ensemble des informations contextuelles exploitées par les experts pour réaliser ces inférences.

Lorsque l'expert manque d'informations pour répondre aux besoins implicites ou explicites des novices, il les interroge (par le biais de *Demandes*) pour obtenir le complément d'information nécessaire. Dans ce cas, l'expert lui-même précise l'information contextuelle nécessaire à la mise en œuvre de sa stratégie d'aide. Cependant, les *Demandes* sont peu nombreuses dans le corpus, sauf dans la situation "sans contexte visuel partagé", l'expert ayant le plus souvent accès à suffisamment d'informations contextuelles pour être en mesure d'appliquer une stratégie d'aide pertinente. Il s'ensuit que les experts font rarement référence aux informations contextuelles qu'ils font intervenir dans la définition du contenu de leurs interventions d'aide. Pour déterminer ces informations, il est nécessaire d'en reconstruire la trace à partir des informations d'aide présentes dans les interventions des experts.

Si on considère, par exemple, l'énoncé 30.d qui fait suite à ceux présentés dans le Tableau 12, on remarque que cet énoncé ne fait pas explicitement référence à une information contextuelle particulière. Cependant, cette assertion de l'expert présuppose que celui-ci connaît l'effet produit sur le système par la dernière action réalisée par le sujet. Faute de quoi, l'expert ne pourrait affirmer que l'action réalisée a produit l'effet escompté (la sélection du texte au cas particulier). Cet exemple est facile à traiter en raison de la présence du déictique « voilà » qui représente une trace explicite de l'utilisation, par l'expert, d'informations contextuelles, à savoir les informations affichées à l'écran.

| Num. | Verbalisation | Contexte implicite |
|------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| 30.d | Expert : Voilà, ton texte est sélectionné. | Cette assertion nécessite la connaissance de l'état courant du système. |

Tableau 13 : Exemple d'annotation du contexte implicite ou contexte nécessaire ; Sujet 9, situation avec écran partagé.

2. Exploitation des données : les demandes des novices

Si l'ambition existe déjà de réaliser des systèmes d'aide en ligne interactifs capables de reproduire les stratégies de dialogue des interlocuteurs humains, notamment celles des experts dans les dialogues d'aide expert-novice (Pilkington, 1992), aucune étude jusqu'à présent, du moins à notre connaissance, ne s'est penchée sur l'analyse et la reproduction des stratégies d'assistance mises en œuvre par les experts humains pour faciliter au novice l'utilisation d'un logiciel nouveau pour lui.

En appliquant notre taxonomie à l'analyse des stratégies d'aide employées par les experts humains au cours des 10 dialogues retenus, notre objectif était d'acquérir une meilleure connaissance des besoins réels des utilisateurs de systèmes d'aide en ligne et des moyens efficaces pour y répondre, notamment dans un contexte de dialogue. Nous faisons l'hypothèse que l'application des stratégies humaines d'assistance à l'utilisateur aux situations

similaires d'interaction homme-machine est susceptible d'améliorer de manière significative l'utilité et l'efficacité des systèmes d'aide en ligne actuels.

Nous nous intéresserons dans un premier temps aux stratégies de prise d'informations des novices. La connaissance de ces stratégies nous permettra par la suite de mieux comprendre et justifier le comportement des experts humains au cours des dialogues.

2.1. Classification des questions des sujets

L'analyse des questions des sujets à l'aide de la taxonomie choisie montre que celles-ci sont principalement de deux types¹. Il s'agit surtout :

- de demandes d'information procédurale (57% des questions sont de type *Comment*),
- et de demandes générales concernant leur activité (37% des questions sont de type *Demande générale*).

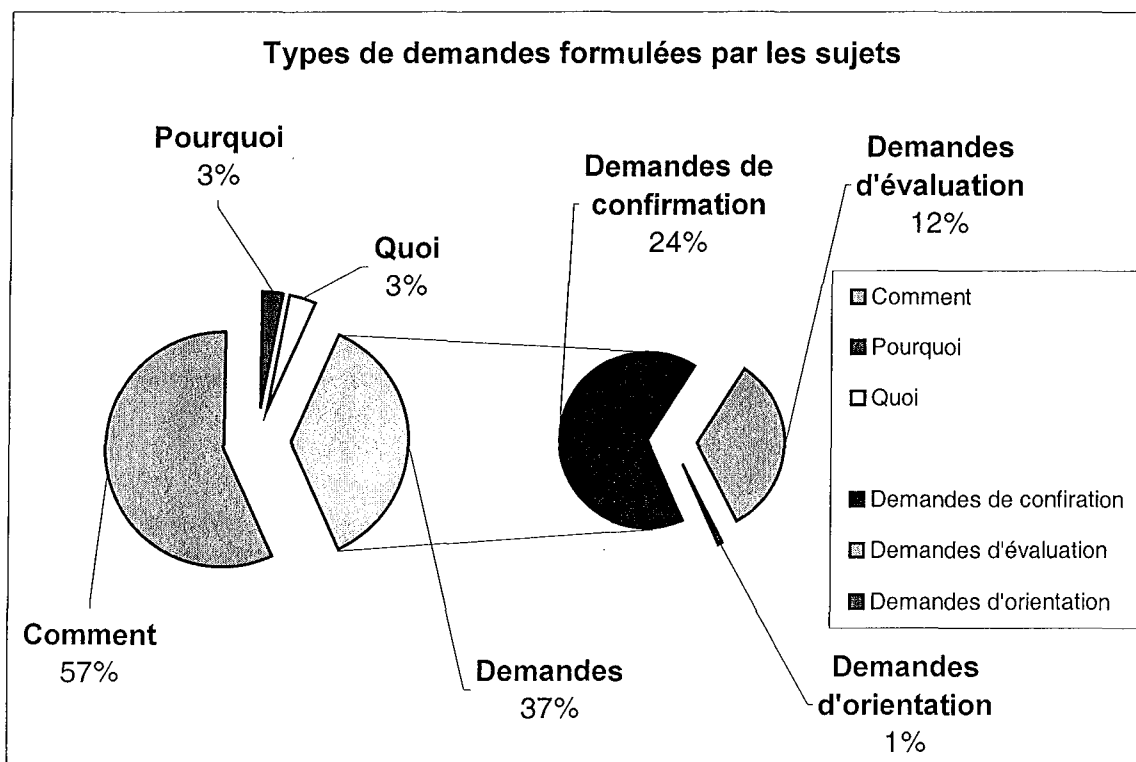


Figure 15 : Répartition des demandes des sujets en fonction des critères de la grille d'analyse choisie.

Ces deux catégories de questions représentent à elles seules 94% des questions des novices. Nous ne tiendrons donc pas compte des demandes de type *Pourquoi* et *Quoi* dans cette analyse, en raison de leur marginalité dans le corpus.

Cette répartition des questions dans les différentes catégories ne tient pas compte des stratégies individuelles de recherche d'information qui peuvent apparaître au cours des

¹ les résultats donnés portent sur l'ensemble des questions du corpus

dialogues. Certaines caractéristiques individuelles des sujets ne sont donc pas prises en compte dans l'étude qui va suivre. Néanmoins, celle-ci n'ayant pas pour but de réaliser une analyse des stratégies individuelles des sujets étudiés, mais au contraire d'essayer de tirer de l'analyse de dialogue des requis généraux pour la réalisation de systèmes d'aide grand public, une étude fine de la répartition des questions dans les différentes catégories retenues en fonction des différents sujets ne nous a pas semblé pertinente à ce stade de l'analyse.

2.2. Cadre théorique d'interprétation

Le modèle de l'utilisateur élaboré par Norman (Norman, 1986) s'est avéré suffisant pour rendre compte des stratégies d'acquisition d'informations des sujets. La modélisation des comportements et stratégies des novices ne requiert pas le recours à des modèles ou théories plus sophistiquées tels que le modèle cognitif de Rasmussen (Rasmussen, 1986) en raison des conduites observées. Il se peut que ce phénomène soit inhérent à la nature de l'activité étudiée : l'interaction d'utilisateurs novices avec un expert du logiciel utilisé dont l'objectif est simplement de les aider à réaliser les tâches qu'ils ont en vue et que leur ignorance du logiciel ne leur permet pas de réaliser seuls. Avant de décrire la modélisation de ces stratégies dans ce cadre théorique, nous décrivons brièvement le principe de la théorie de l'action.

L'idée centrale de la théorie de l'action est que l'individu planifie son interaction avec un outil informatique en se basant sur un modèle conceptuel de cet outil. Ce modèle est constitué par la représentation mentale que l'utilisateur élabore de l'outil informatique, soit sur la base de connaissances préalables, soit à partir d'expériences concrètes de manipulation. En tant que tel, ce modèle qui est dynamique (i.e. évolutif et incomplet), influence le comportement de l'utilisateur au cours de l'interaction.

Dans ce modèle théorique le concept de tâche correspond à la réalisation d'un objectif défini par l'utilisateur. Et la réalisation d'un tel objectif met en œuvre une boucle d'action/réaction comportant sept étapes, définies comme suit :

- **Etape 1** : Etablissement d'un objectif, i.e. élaboration d'une représentation mentale de l'état du système à atteindre.
- **Etape 2** : Etablissement d'une intention d'action. L'utilisateur compare l'état actuel du système avec sa propre représentation mentale de l'objectif à atteindre et en déduit une intention d'action.
- **Etape 3** : Planification de l'action. L'utilisateur établit une représentation mentale de l'ensemble des actions à effectuer et de leur ordonnancement en vue d'atteindre l'objectif visé.
- **Etape 4** : Exécution du plan d'action, donc réalisation d'actions sur le système. Ces actions modifient l'état courant du système et aboutissent à un nouvel état.

- **Etape 5** : Perception du nouvel état du système ; observation des changements apparents.
- **Etape 6** : Interprétation des changements d'état du système, conduisant à la mise à jour de la représentation mentale de l'état courant du système, afin de la rendre compatible avec les changements constatés.
- **Etape 7** : Evaluation et comparaison entre l'état souhaité et l'état actuel du système. Ceci peut amener à poursuivre l'exécution du plan d'action ou à l'adoption d'un nouveau plan.

Le schéma suivant représente la boucle action/réaction proposée par Norman (cf. Figure 16).

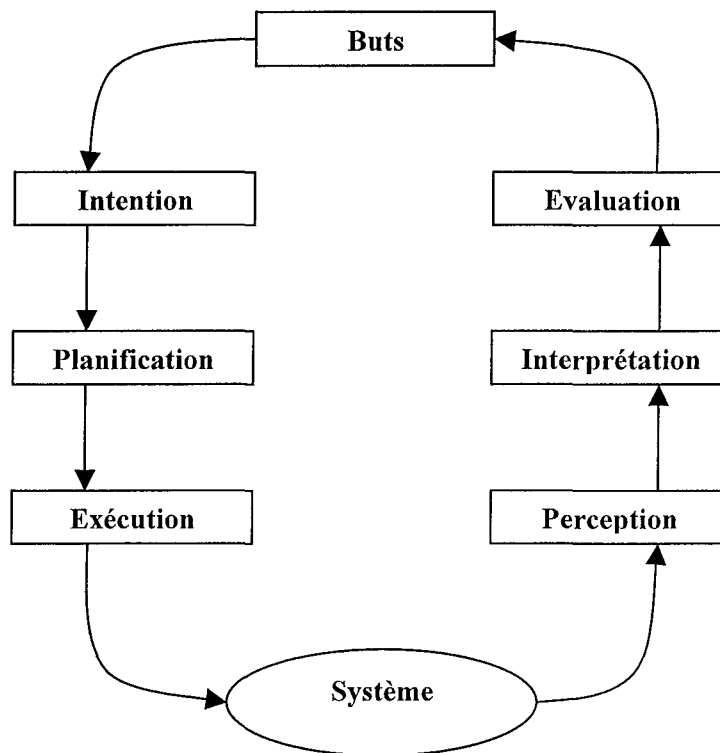


Figure 16 : Théorie de l'action de Norman : cycle d'action/réaction. (d'après (Norman, 1986))

2.3. Analyse des requêtes des sujets

Nous analysons dans un premier temps le rôle des questions de type *Demande générale*. Parmi les différentes sous-catégories de la catégorie *Demande générale*, les requêtes de type *Demande d'orientation* ne représentent que 1% du total des questions des sujets ; nous ne les traiterons donc pas ici. Ensuite, nous aborderons les questions de type *Comment*. Les demandes d'informations de type *Quoi* et *Pourquoi* seront ignorées en raison de leur faible taux de présence dans le corpus étudié (3% pour chacune de ces catégories).

2.3.1. Demandes de confirmation

La notion de distance d'exécution concerne la différence entre le but d'une action dans le modèle mental de l'utilisateur et la manière selon laquelle elle s'effectue réellement. Elle traduit l'effort de mise en correspondance entre le modèle mental de la tâche et sa définition dans le logiciel (Coutaz, 1990) ; voir Figure 17.

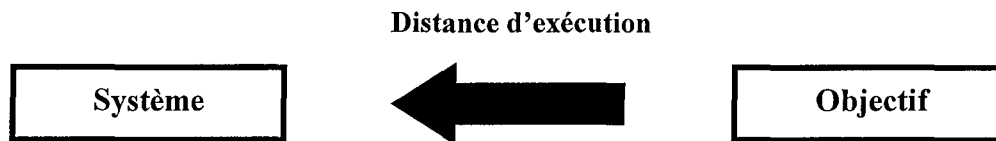


Figure 17 : Distance d'exécution.

Cette distance comprend deux composantes : la *distance sémantique* et la *distance articulatoire* (Hutchins, Hollan et al., 1986). La distance sémantique correspond à la distance entre le but de l'utilisateur et la sémantique des entrées-sorties, c'est-à-dire des états du système avant et après exécution de la fonction considérée, états que formalisent habituellement pré- et post-conditions.

Quant à la distance articulatoire, elle correspond à la distance entre la connaissance sémantique des fonctionnalités du logiciel et celle des actions à effectuer pour les mettre en œuvre de manière correcte et efficace, en entrée, ou celle des effets perceptibles de leur exécution (affichages, messages système, etc.), en sortie. Elle concerne les connaissances des niveaux syntaxique et lexical dans les modèles d'interfaces en couches de type langage (Pfaff, 1985 ; Bass, Little et al., 1991 ; Kekete, 1996).

L'analyse des demandes de confirmation illustre la problématique posée par le franchissement de cette distance d'exécution. Le type d'*objet* sur lequel portent les demandes de confirmation permet d'établir une distinction opératoire entre deux catégories de demandes. Elles peuvent viser soit à franchir *la distance sémantique en entrée*, soit à franchir *la distance articulatoire en entrée*.

2.3.1.1. Franchissement de la distance sémantique en entrée

Les *Demandes de confirmation* indiquent que les sujets souhaitent voir valider/confirmer par les experts une information/connaissance portant sur le logiciel ou une assertion relative à l'état courant du système (effet d'une action, cause d'une réaction du système, etc.). Les objectifs de ces requêtes varient en fonction des *Objets* sur lesquels elles portent et du contexte d'interaction. On peut cependant proposer une classification en fonction des objets concernés.

26,2% des demandes de confirmation portent sur des *Objets* de type *Intention*, et 13% sur des *Objets* de type *Fonctionnalité du logiciel*. Ces questions, qui constituent près de 40% de

l'ensemble des demandes de confirmation, illustrent en général les difficultés des sujets à se construire une *représentation* adéquate de l'objectif courant à atteindre en termes d'interactions avec le logiciel nécessaires à sa réalisation : elles visent à établir le lien indispensable entre leur *Intention* courante et la *Fonctionnalité du logiciel* susceptible de réaliser cette intention.

Exemple 37 : Demande de confirmation portant sur un objet de type Intention ; Sujet 7, situation avec écran partagé.

| Num. | Verbalisation |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 41 | Novice : Là je veux écrire « dernière lettre de relance » donc je vais effacer... ? |
| 42 | Expert : Non, non tu n'effaces pas. En fait il faut d'abord insérer des lignes blanches... |

Les résultats illustrent le comportement des novices lors des phases de planification d'actions. Afin d'établir un plan d'action valide, il leur est nécessaire de connaître les fonctionnalités du système à exploiter pour parvenir à réaliser l'objectif fixé. Une fois cette relation établie, le sujet passe d'une *dynamique de réalisation d'objectifs* à une *dynamique de réalisation de tâches*.

A noter que le besoin de telles informations motive la grande majorité des requêtes des sujets, puisqu'aux questions relevant de la catégorie *Demande de confirmation* il convient d'ajouter les questions de type *Comment*, ce qui monte les requêtes exprimant ce besoin à plus de 66% de l'ensemble des questions.

2.3.1.2. Franchissement de la distance articulatoire en entrée

La distance articulatoire en entrée désigne la distance existant entre la sémantique d'une fonctionnalité du logiciel et sa syntaxe ; elle correspond à la nature et l'enchaînement des différentes actions nécessaires pour activer cette fonctionnalité.

69% de l'ensemble des *Demandes de confirmation* portent sur le franchissement de la distance articulatoire :

- 56% d'entre elles concernent des *Objets* de type *Tâche*. Ces demandes ont pour objectif de valider le plan envisagé par le sujet pour réaliser son intention courante : en d'autres termes, celui-ci souhaite voir validée par l'expert l'hypothèse qu'il formule, dans sa demande de confirmation, sur la procédure à exécuter pour utiliser correctement une fonctionnalité du logiciel, ou sur une étape de cette procédure ;
- et 13 % portent sur des *Objets* de type *Item* : dans ce cas, les sujets requièrent simplement une information sur les objets graphiques (widgets et items de menus) à activer pour réaliser l'objectif visé. Ce type de demande apparaît lorsque la tâche à réaliser est simple ou alors lorsque sa réalisation est déjà suffisamment avancée pour que les objets graphiques symbolisant les commandes à activer soient déjà affichés.

Comme le suggèrent ces résultats quantitatifs, nombreuses sont les demandes de confirmation qui représentent des tentatives simultanées de franchissement des distances sémantique et articulatoire.

Exemple 38 : Demande de confirmation portant sur un objet de type Tâche simple ; Sujet 1, situation avec écran partagé.

| Num. | Verbalisation |
|------|------------------------------------------------------------------------|
| 208 | Novice : Alors je place mon curseur là où je veux revenir à la ligne ? |
| 209 | Expert : Oui, voilà |

Exemple 39 : Demande de confirmation portant sur un objet de type Item ; Sujet 15, situation avec écran partagé.

| Num. | Verbalisation |
|------|--------------------------------------------------|
| 172 | Novice : C'est l'option « Notes de bas de page » |
| 173 | Expert : Non, « définir pied de page » |

2.3.2. Demandes d'évaluation

Les *Demandes d'évaluation* représentent 12% de l'ensemble des questions. Elles sont moins nombreuses que les *Demandes de confirmation* en raison des stratégies de réponse adoptées par les experts. Néanmoins, les informations pragmatiques constituent une source d'informations primordiale pour les sujets. Ces demandes visent à obtenir de la part de l'expert la validation d'un nouvel état du système, à la suite de la réalisation d'une ou plusieurs actions. L'analyse des *Objets* des réponses associées à ces demandes montre que celles-ci ont pour objectif le franchissement des distances sémantique et articulatoire en sortie (cf. Figure 18).

2.3.2.1. Franchissement de la distance sémantique en sortie

La distance sémantique en sortie représente l'écart existant entre les modifications observables provoquées par une série d'actions, et l'interprétation sémantique de ces modifications.

43,7% des *Demandes d'évaluation* ont pour *Objet* des *Effets d'actions*. Ce type de demande concerne l'interprétation sémantique des modifications de l'état du système observées par les sujets et dont le sens leur est inconnu.

Exemple 40 : Demande d'évaluation portant sur un effet d'action ; Sujet 17, situation sans environnement visuel partagé.

| Num. | Verbalisation |
|------|-------------------------------------------------------------|
| 28 | Novice : Alors là j'ai un truc bleu qui apparaît. |
| 29 | Expert : Parce que tu as dû bouger et ça a dû sélectionner. |

2.3.2.2. Franchissement de la distance articulatoire en sortie

La distance articulatoire en sortie désigne la différence entre le nouvel état du système obtenu et l'intention initialement visée par l'utilisateur.

40,8% des demandes d'évaluation portent sur des *Objets* de type *Tâche*. La plupart d'entre elles demandent à l'expert de mesurer, par comparaison, la distance entre l'état souhaité par le sujet et l'état effectivement obtenu suite à la réalisation de la tâche/action précédente.

Ce type de réplique représente souvent des demandes implicites de type *Comment* portant soit sur la correction d'une erreur, soit sur la réalisation de l'étape suivante d'une procédure complexe en cours d'exécution.

Exemple 41 : Demande d'évaluation portant sur une tâche ; Sujet 16, situation sans environnement visuel partagé.

| Num. | Verbalisation |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| 171 | Novice : Donc j'ai ma souris sur le deuxième petit cadre, je l'ai amené dessus. |
| 172 | Expert : Est-ce que « Lettre.... » est bien en bleu.... ? |

2.3.3. Demandes d'informations procédurales

Les besoins en information exprimés dans les catégories de questions étudiées jusqu'à présent visaient à permettre aux sujets de franchir une étape précise de la boucle d'action/réaction, les informations sollicitées étant de nature à réduire soit la distance sémantique, soit la distance articulatoire.

L'étude des demandes de type *Comment* des sujets met en évidence des besoins plus généraux, qui couvrent à la fois les aspects sémantiques et articulatoires de la réalisation d'un objectif.

Les demandes de confirmation portant sur la procédure de réalisation d'une intention du sujet, supposent la connaissance préalable, de sa part, d'un plan ou d'une procédure de réalisation de cette intention ; au minimum, il a une idée des fonctionnalités du logiciel susceptibles de la réaliser.

Cependant, le plus souvent, les sujets ne disposent pas des connaissances nécessaires pour planifier seuls la réalisation de leurs objectifs et/ou définir une procédure d'exécution qui respecte une planification pré-établie ; ils ignorent même souvent quelles fonctionnalités du logiciel utiliser. Ce qui explique leur recours fréquent à des questions ouvertes de type *Comment*.

Dans la majorité des cas (57% de l'ensemble des questions, toutes catégories confondues), les sujets expriment donc par des questions *Comment* leurs besoins en information procédurale. Et l'information fournie en réponse à une telle question doit être suffisante pour

leur permettre d'exécuter avec succès la procédure qui leur est proposée pour réaliser l'intention à l'origine de la demande.

Or, on constate que la plupart des questions *Comment* font référence à l'objectif visé dans des termes différents de ceux utilisés pour désigner les fonctions du logiciel susceptibles de les réaliser, et que ces différences de terminologie dénotent deux représentations différentes des capacités du logiciel (i.e., de la sémantique de l'interaction avec celui-ci) : celle des sujets novices, qui motive leur utilisation du logiciel, et celle de son concepteur informaticien. Du point de vue du concepteur, l'information demandée par le novice englobe à la fois la planification de l'interaction, c'est-à-dire le choix des fonctions du logiciel à activer (cf. les niveaux pragmatique et sémantique de l'interface) et l'exécution du plan élaboré qui fait appel à des connaissances de nature syntaxique.

Ainsi, pour la tâche qui consiste à insérer un pied de page, les sujets font référence, dans leurs demandes d'information procédurale, à une simple tâche d'insertion de texte dans le document. Ou bien, pour centrer l'adresse ils décrivent simplement le résultat escompté : « Comment je fais pour *décaler* l'adresse ? ». Le fait de centrer l'adresse a effectivement pour effet visuel le déplacement/décalage du texte correspondant vers la droite. Ils n'évoquent jamais la fonction du système permettant de choisir l'alignement du texte à sa convenance. La question « Comment faire pour *centrer* l'adresse ? » ne figure pas dans le corpus des dialogues étudiés. Pour les sujets, les questions de type *Comment* sont de nature syntaxique (cf. leur formulation), alors qu'elles portent en fait souvent sur le niveau sémantique de l'interface. La fréquence de ce type de question dans le corpus suggère que ce décalage préjudiciable à l'efficacité de l'interaction est une source importante de difficulté pour les novices. En d'autres termes, les demandes d'information procédurale illustrent les problèmes que pose aux novices le franchissement de la *distance d'exécution*. Ces demandes couvrent donc les phases de planification et d'exécution du cycle d'action/réaction.

Exemple 42 : Demande d'information procédurale ; Sujet 18, situation sans environnement visuel partagé.

| Num. | Verbalisation |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 25 | Novice : Quand on veut prendre un mot, par exemple « Apple » et le déplacer tout à droite ? |
| 26 | Expert : Tu as remplacé société par « Apple ». Alors bon, pour le déplacer à droite y'a une procédure simple mais en fait il vaut mieux, déplacer les 4 en même temps. |

Les questions *Comment* définissent un *objectif* dont la réalisation passe par une phase de planification puis par une phase de réalisation. En ce sens, ces questions expriment un double besoin. La réponse doit non seulement offrir au novice l'information procédurale (syntaxique) nécessaire pour qu'il réussisse à réaliser son objectif courant, mais également définir cet *objectif* par rapport aux fonctionnalités du logiciel et de l'interface utilisateur, c'est-à-dire préciser le rôle (i.e., la sémantique) des fonctions que le novice doit activer et des actions qu'il doit effectuer sur l'interface (cf. la métaphore associée à la manipulation directe). Ainsi, dans notre exemple, il faut préciser au sujet que son objectif est de *centrer* du

texte (c'est-à-dire reformuler sa demande), puis lui proposer une procédure permettant de réaliser cette modification de la mise en page du texte initial. C'est ainsi que procèdent les experts humains au cours des dialogues.

La figure suivante illustre l'application du modèle de Norman aux résultats de l'analyse des questions des novices en vue de leur interprétation (cf. Figure 18).

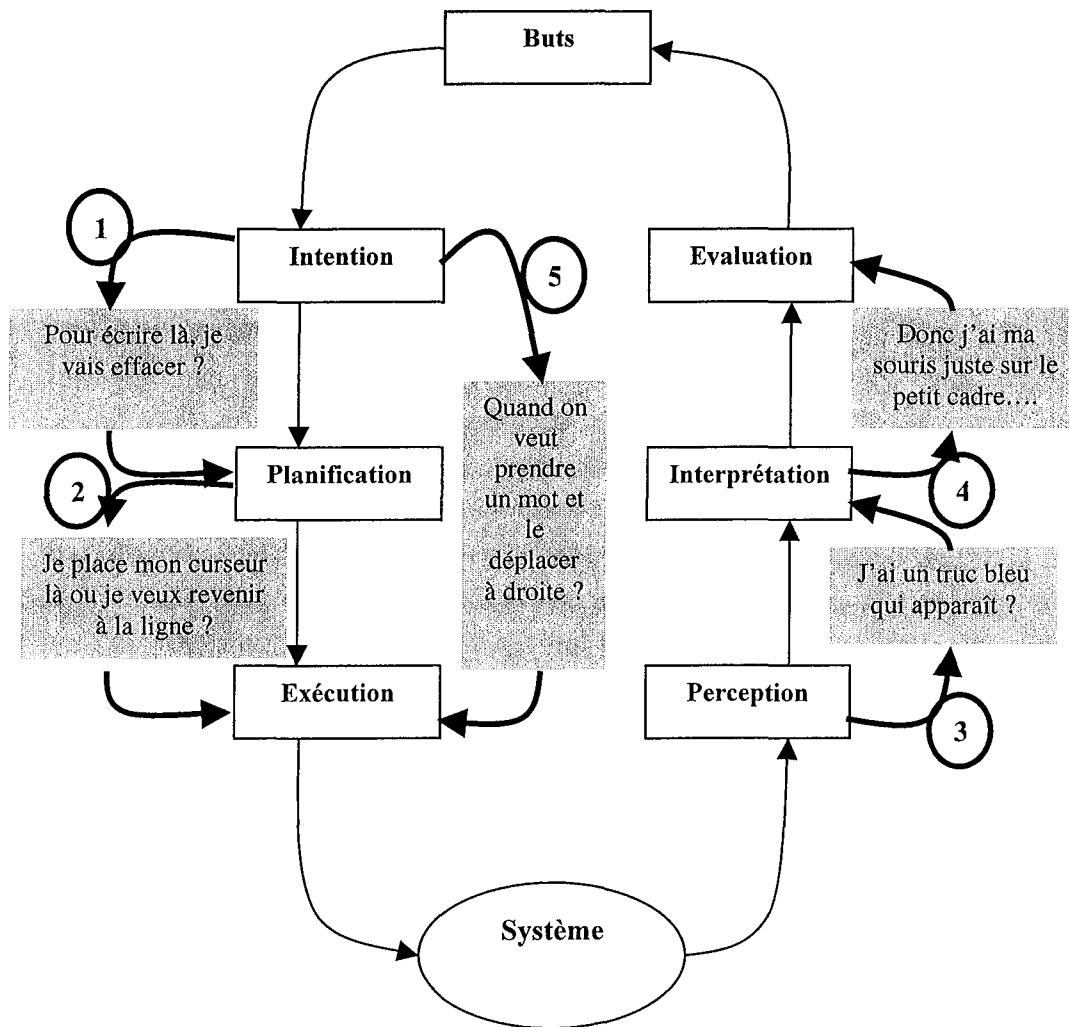


Figure 18 : Stratégies d'acquisition d'information des novices.

2.4. Conclusions

L'analyse des questions a permis de préciser les besoins en information des sujets tels qu'ils sont exprimés par ces derniers au cours des dialogues d'aide. Les précédentes analyses proposées par la littérature ont réduit ces besoins en information à des besoins catégoriels auxquels on peut répondre, dans un processus simple de type question réponse, en établissant les catégories sémantiques des informations demandées. La réponse aux besoins en

information se fait alors très simplement grâce à la connaissance du type d'information correspondant. Cette catégorisation des requêtes des utilisateurs se traduit dans les recherches précédentes par des définitions simplistes des besoins en information des sujets, établies sur la base d'une classification sémantique des informations recherchées (questions de type *Comment*, pour des informations procédurales, questions de type *Quoi* pour des informations sémantiques, etc.) ; voir à ce propos (Pilkington, 1992 ; Roestler et McLellan, 1995).

Notre analyse montre qu'en réalité, le processus de recherche d'information mis en œuvre est plus complexe et dépend de différents facteurs contextuels ainsi que des caractéristiques individuelles des sujets.

L'interprétation des questions de type *Comment*, censées exprimer un besoin en information procédurale, illustre cette complexité. Bien que cette catégorie de questions soit associée aux demandes d'informations procédurales devant permettre la réalisation d'une série d'actions, ces questions constituent également, le plus souvent, une requête de définition d'intention et de planification de l'objectif des sujets. Ce problème résulte de l'existence de la distance d'exécution séparant la tâche de sa réalisation : les sujets, ayant une représentation orientée tâche de leurs besoins et ne connaissant pas la fonctionnalité du système à utiliser pour remplir leurs objectifs, ne peuvent formuler une demande précise portant sur cette dernière. La question s'exprime alors selon une formulation conforme à la représentation que le sujet se fait des actions à exécuter.

De ce point de vue, l'ambiguïté des demandes d'information procédurales (questions *Comment*) illustre les difficultés éprouvées par les sujets pour exprimer leurs besoins en fonction de la représentation sémantique du domaine d'application mise en œuvre lors de la conception du logiciel. L'expression effective des besoins de l'utilisateur novice nécessiterait en l'occurrence qu'il puisse exprimer ses besoins en termes d'objectifs, le système d'aide étant chargé de faire le lien entre cet objectif et la fonctionnalité correspondante du logiciel. Or, les systèmes d'aide actuels ne proposent aucun outil d'interrogation suffisamment souple pour interpréter des demandes exprimées en termes d'objectifs.

Ce phénomène traduit l'importance du rôle des connaissances des sujets sur la tâche à réaliser. Ces connaissances influent de façon déterminante sur la forme des questions posées. Si les sujets disposent d'une connaissance suffisante pour définir leurs besoins avec précision, la demande peut effectivement prendre la forme d'une interrogation fermée dont les taxonomies antérieures associant à un type de demande un type d'information donné peuvent rendre compte. Cependant, les sujets novices ne disposent pas, en général, des connaissances nécessaires pour formuler des requêtes aussi précises.

Pour compenser ce manque de connaissances qui constitue un obstacle à la formulation de leurs besoins, les sujets exploitent la flexibilité de l'aide apportée par les experts humains de plusieurs manières. Ils utilisent un large champ d'expression pour préciser leurs besoins en information, en adoptant une approche centrée tâche. Leurs questions sortent en effet du cadre des catégories classiques définissant des types sémantiques généraux d'informations

(informations sémantiques correspondant à des questions *Quoi*, informations syntaxiques correspondant à des questions *Comment*, etc.).

Les questions exprimées correspondent à des besoins centrés tâche, à un point de vue privilégiant l'objectif visé plutôt qu'à une représentation procédurale, centrée sur le système, de la tâche envisagée. L'analyse du corpus révèle qu'une question peut être associée à une étape du cycle d'action/réaction, l'information obtenue en réponse pouvant soit conduire à une autre question, associée à l'étape suivante du cycle, selon un cycle de questions-réponses successives, soit ne donner lieu à aucune demande ultérieure, l'information fournie à ce stade étant suffisante pour permettre au novice de poursuivre la réalisation de la tâche. Pour satisfaire les besoins des utilisateurs, l'aide en ligne doit adopter des stratégies d'interventions spécifiques, pouvant répondre à ces besoins précis. En ce sens, les taxonomies qui définissent des catégories générales d'informations sémantiques ne peuvent répondre aux besoins exprimés.

Etant donnée cette stratégie de recherche d'information, nous pensons que la maîtrise de l'information contextuelle est indispensable pour apporter des solutions spécifiques aux besoins en information des novices, et que, pour être pleinement efficace, un système d'aide doit prendre en compte la dimension dynamique de l'interaction et s'adapter aux besoins instantanés des utilisateurs.

Pour être en mesure d'établir les besoins précis en information des novices, il semble donc nécessaire de pouvoir interpréter leurs questions à l'aune de variables pertinentes dont les principales sont l'état courant des connaissances du novice sur le logiciel, ainsi que son objectif et intentions courants. Le processus inférentiel mis en jeu par l'interprétation, qui est naturellement effectué par les experts humains, pose encore aujourd'hui des problèmes techniques de mise en œuvre, en raison de la complexité des phénomènes considérés. De plus, les modalités concrètes de sa mise en œuvre restent encore à déterminer.

La suite de ce chapitre propose une analyse des interventions des experts, qui en mettant en évidence les stratégies d'aide mises en œuvre et fournit des éléments de réponse à ce problème. Nous nous intéresserons notamment à l'exploitation qui est faite de l'information contextuelle dans le processus d'aide.

3. Analyse des interventions des experts

L'étude précédente a permis d'établir la nature exacte des demandes d'information des sujets. Dans cette seconde partie de l'analyse, l'étude des interventions d'aide des experts nous permettra de mettre en évidence les stratégies qu'ils mettent en œuvre pour satisfaire les besoins effectifs des sujets et répondre à leurs demandes.

A ce stade de l'exposé du travail que nous avons effectué, il nous paraît important d'aborder le problème du nombre d'experts impliqués dans l'expérience. L'étude qui va suivre a pour objet d'isoler et de modéliser les principaux comportements des experts sans entrer dans des

distinctions fines liées aux comportements individuels de ces derniers. En ce sens le nombre réduit d'experts (2 seulement) ne nous a pas semblé préjudiciable aux résultats proposés. De plus, les analyses que nous avons réalisées ne montrent pas de différences significatives entre les deux experts, et les comportements sur lesquels nous nous sommes penchés sont présents indifféremment dans tous les dialogues.

Néanmoins, pour valider définitivement ces résultats il convient de compléter l'étude en réalisant une analyse étendue sur une population plus vaste d'experts. Une telle étude peut notamment révéler des variations individuelles dans les stratégies d'aide employées. Les résultats partiels présentés ici feront quant à eux l'objet d'une évaluation et d'une validation expérimentale, présentée dans la partie 3 de ce document.

3.1. Répartition des interventions dans les différentes catégories

L'étude de la répartition globale des interventions des experts présentes dans le corpus en fonction de la classification présentée dans le chapitre 5, met en évidence la diversité des informations d'aide fournies. L'étude des questions a montré que les besoins des sujets échappent à une définition d'ordre sémantique de l'information cherchée. Les besoins effectifs des sujets sont de nature pragmatique et s'inscrivent dans une conception orientée tâche de l'interaction.

La distribution des interventions des experts fait apparaître une répartition équilibrée de leurs interventions dans les trois catégories sémantiques principales distinguées, à savoir : *Evaluer*, 17%, *Informer*, 27%, et *Instruire*, 40% (cf. Figure 19).

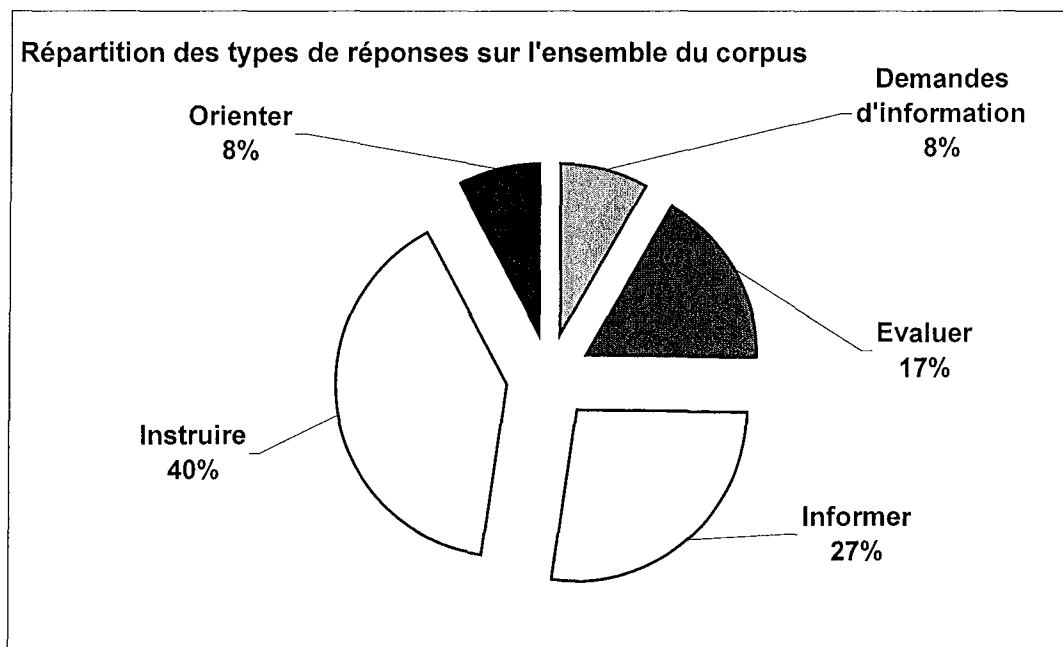


Figure 19 : Répartition des interventions des experts par catégorie, sur l'ensemble du corpus.

En première analyse, ces données nous informent de la nature de l'information fournie par les experts et nous permettent de formuler deux conclusions générales sur l'orientation *didactique* de l'activité des experts. La répartition de leurs interventions dans les différentes catégories considérées indique en effet une forte prédominance des apports d'information procédurale. Ce qui permet de conclure que :

- d'une part, l'aide des experts est centrée sur les besoins en information procédurale des sujets (40% de leurs interventions sont de type *Instruire*) ;
- et, d'autre part, dans les dialogues d'aide entre un expert humain et un utilisateur novice, les informations stratégiques (*Orienter*) sont peu nombreuses. L'aide en ligne à l'utilisation de logiciels se distingue donc, conformément à notre hypothèse, des situations d'assistance à l'activité et de coopération humaine (cf. le travail collectif).

Nous analysons dans la suite les stratégies employées par les experts pour répondre aux besoins des sujets en information procédurale dans le contexte d'interaction considéré.

3.2. Correspondances question-réponses

A une catégorie de requêtes donnée correspond en principe, dans la taxonomie utilisée, une catégorie de réponses spécifique, caractérisée par la nature de l'information fournie par l'expert. Ces correspondances théoriques non bijectives permettent de définir a priori des schémas question-réponse préférentiels, dont on s'attend à détecter la présence dans les dialogues (cf. Figure 20). Le respect de ces schémas par les experts tendrait à démontrer que ceux-ci se bornent uniquement, dans leurs réponses, à satisfaire les demandes explicites d'information des sujets en respectant une classification sémantique a priori des catégories d'information.

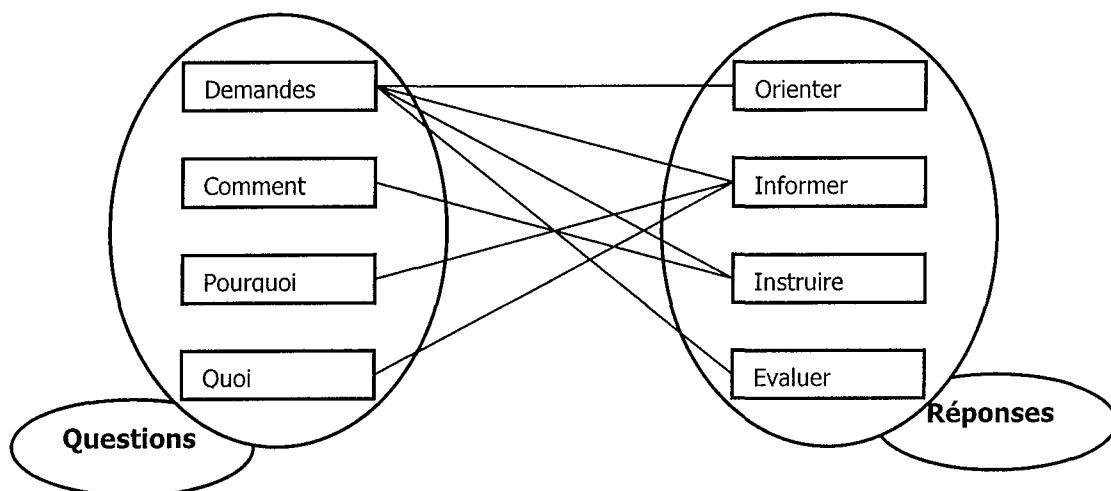


Figure 20 : Schéma des correspondances question-réponse théoriques.

L'étude des correspondances question-réponse réelles montre que ce schéma n'est pas respecté au cours des dialogues, notamment pour les questions *Comment*. Les résultats indiquent au contraire que les informations fournies par les experts en réponse aux questions des novices se répartissent dans l'ensemble des catégories définies pour caractériser le contenu informationnel de leurs interventions (cf. Tableau 14).

| | | Questions | | | |
|----------|-----------|-----------|----------|----------|------|
| | | Comment | Demandes | Pourquoi | Quoi |
| Réponses | Evaluer | 8% | 44% | 29% | 0% |
| | Informier | 27% | 25% | 35% | 90% |
| | Instruire | 56% | 19% | 29% | 10% |
| | Orienter | 2% | 6% | 0% | 0% |

Tableau 14 : Tableau des correspondances question-réponse observées. Les données chiffrées donnent, pour chaque catégorie de questions, la répartition des types de réponse fournies par les experts. Ce tableau ne tient pas compte des *Demandes d'information*.

Ces résultats montrent que les réponses des experts ne suivent pas le principe de correspondance sémantique de l'information présenté dans la figure 20. Le choix de l'information n'est donc pas effectué par les experts uniquement en fonction du type de la demande, puisque les catégories des informations fournies diffèrent souvent des catégories d'informations requises en théorie (cf. Figure 21).

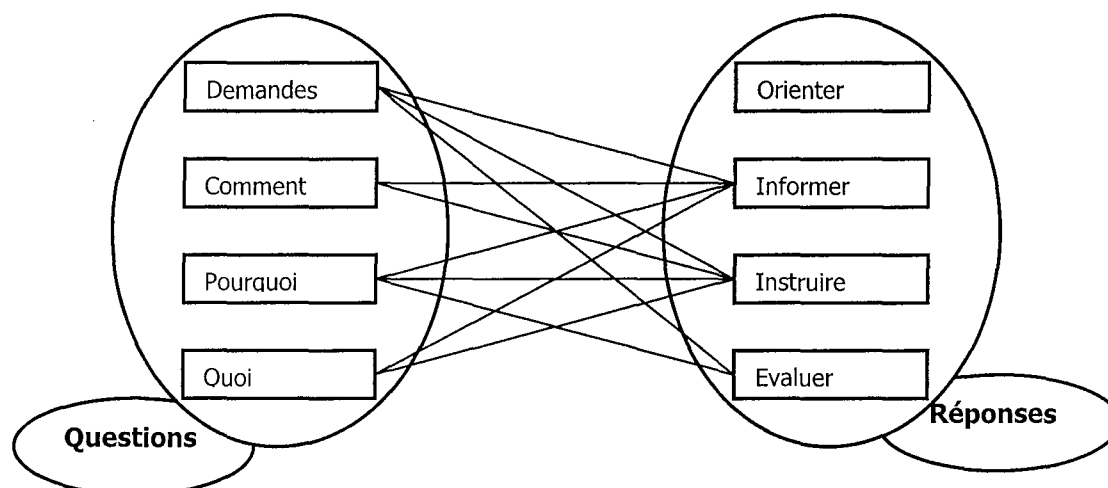


Figure 21 : Schéma des correspondances question-réponse effectives. On ne fait figurer sur ce schéma que les liens représentant des pourcentages d'association supérieurs ou égaux à 10%.

Cette divergence entre les informations demandées et les informations fournies illustre un comportement actif des experts qui mettent en place des stratégies d'aide dynamique dont le principe consiste à répondre aux besoins *effectifs* des sujets tels qu'ils les perçoivent à travers l'analyse du contexte de l'interaction, plutôt qu'aux besoins qu'ils *expriment*.

Une telle démarche repose vraisemblablement sur un ensemble d'inférences qui permet aux experts d'interpréter les besoins exprimés des sujets. Nous faisons l'hypothèse que ces inférences sont réalisées, à partir des données contextuelles dynamiques de l'interaction

notamment, et d'autres informations dynamiques comprenant entre autre un modèle des connaissances nécessaires à l'utilisation du logiciel et une représentation des connaissances de l'utilisateur novice.

Les experts adoptent donc des stratégies d'aide actives, qui reposent d'une part sur une interprétation contextuelle des requêtes et d'autre part sur l'élaboration dynamique de leurs interventions en fonction du contexte d'activité.

3.3. Rôle du contexte implicite

Nous détaillons ici les principales stratégies employées par les experts pour sélectionner et présenter l'information d'aide. Nous avons identifié plusieurs comportements significatifs des experts qui participent tous de l'application d'une stratégie générale consistant à moduler le contenu et la présentation de l'information proposée aux sujets, en fonction du contexte courant de l'activité. Cette stratégie influence le choix du type d'intervention ; elle se traduit également par l'adaptation de la précision de l'information aux besoins courants des sujets et par une présentation progressive de l'information, définie dynamiquement en fonction de l'évolution de l'activité des sujets.

3.3.1. Granularité des instructions

La décomposition en trois niveaux de granularité tient à la nature du système utilisé. Le niveau général (*tâche complexe*) représente le niveau d'abstraction le plus élevé et porte sur l'ensemble de la tâche considérée. Il ne dépend donc pas de la nature de l'interface. Les niveaux de décomposition plus fins rendent compte, pour leur part, des propriétés des systèmes à base d'interface graphique. Le niveau de la *tâche atomique* représente le niveau d'interaction élémentaire avec le système. A ce stade, on situe les actions de manipulation basiques telles que le clic souris, le drag, l'activation d'une touche, etc. Le niveau de la *tâche simple* (composition de *tâches atomiques*) représente celui des actions simples qui ont une sémantique du point de vue du logiciel utilisé (sélection de texte, activation d'un menu, positionnement de curseur, etc...). La complexité du système n'est donc pas restituée, dans cette décomposition, par une multiplication des niveaux de description *en profondeur*, mais *en largeur* par la composition d'un nombre plus ou moins grand de manipulations simples ou atomiques.

Les réponses de type *Instruire*, qui sont les interventions les plus nombreuses, portent à 98% sur des *Objets* de type *Tâche*. Si on détaille ce champ, il apparaît que la répartition entre les trois types de tâches considérés (i.e., tâche atomique, simple ou complexe) n'est pas homogène : les interventions portant sur des tâches complexes sont en effet très minoritaires (cf. Tableau 15).

| Tâche atomique | Tâche simple | Tâche complexe |
|----------------|--------------|----------------|
| 34% | 62% | 4% |

Tableau 15 : Répartition thématique (tâche atomique, simple ou complexe) des interventions de type *Instruire* (les pourcentages sont calculés sur l'ensemble des interventions de ce type).

Ces données indiquent que la présentation d'une information procédurale globale portant sur une tâche complexe ne représente pour les experts qu'une forme marginale d'aide : les stratégies de présentation des experts humains sont préférentiellement d'une granularité plus fine. L'unité dialogique que nous avons isolée dans le corpus (i.e., l'intervention) correspond donc, dans le cas d'une intervention de type *Instruire*, à la présentation d'une information dont le degré de précision peut varier de la tâche atomique à la tâche complexe. Mais les experts humains restreignent spontanément leur utilisation de cette plage en favorisant les degrés de précision supérieurs. Ce comportement s'explique par la stratégie qu'ils adoptent le plus souvent pour présenter la procédure de réalisation d'une tâche complexe, à savoir sa décomposition en *tâches simples* (62% des cas) puis, éventuellement, en *tâches atomiques* ; chaque unité du niveau de décomposition choisi donnant lieu à une instruction de l'expert (message de type *Instruire*) dont celui-ci contrôle la prise en compte par le sujet avant d'énoncer l'instruction suivante en s'assurant que les actions correspondant à l'instruction courante ont été réalisées correctement par le sujet. Un tel comportement correspond à la mise en œuvre d'une stratégie de guidage pas à pas du novice.

En conséquence, nous supposons que, lorsque le choix du degré de précision n'est pas déterminé par les sujets (i.e., par la nature de l'information demandée) et qu'il est uniquement du ressort de l'expert, cas de loin le plus fréquent, ce choix est dicté essentiellement par le modèle de l'utilisateur élaboré par l'expert au fur et à mesure de l'interaction. Ce modèle, très simple, porte sur la connaissance que le sujet possède de l'utilisation du logiciel et sur l'évolution de cette connaissance/compétence au cours de l'interaction. Son élaboration s'appuie sur l'historique des actions du sujet (i.e., leur succès ou leur échec par rapport aux intentions du sujet). Sa mise en œuvre s'effectue selon le principe suivant : plus la connaissance de l'utilisateur est élevée, plus le degré de précision choisi est faible. Ainsi, en début de session, l'expert est souvent amené à expliquer en détail comment sélectionner un item dans un menu, y compris comment, une fois le menu ouvert, faire glisser la souris jusqu'à l'item voulu, alors qu'en fin de session, il se bornera à mentionner les noms du menu et de l'item à sélectionner.

La mise en œuvre d'une telle stratégie fait intervenir un autre type de connaissances ; ces dernières peuvent être acquises par l'expérience ou fondées sur des a priori. La décomposition d'une procédure complexe en *tâches simples* et *tâches atomiques* ne peut s'effectuer en effet que sur la base d'une modélisation préalable des fonctionnalités du logiciel considéré et de son interface utilisateur. Ce modèle est exclusivement statique, si l'expertise porte exclusivement sur l'utilisation du logiciel ; il peut toutefois présenter un caractère dynamique/évolutif si l'expert possède également une expérience, en tant que tuteur, d'initiation à l'utilisation de ce logiciel. La figure 22 reproduit le modèle générique de

décomposition mis en œuvre par les experts, tel qu'il ressort de l'analyse des dialogues. A un niveau donné de l'arbre, les nœuds "frères" représentent des sous-tâches à réaliser successivement (de la gauche vers la droite).

On peut supposer que les experts font intervenir ces deux modèles dans la planification de leurs interventions portant sur des tâches complexes, qu'il s'agisse du découpage de l'information à fournir, de son niveau de granularité, de l'ordre et de la forme adoptés pour la présenter au novice.

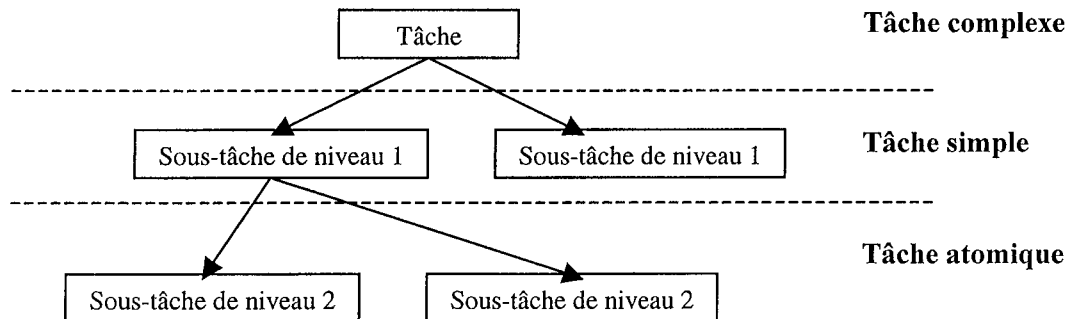


Figure 22 : Décomposition d'une tâche complexe en sous-tâches selon une hiérarchie à trois niveaux.

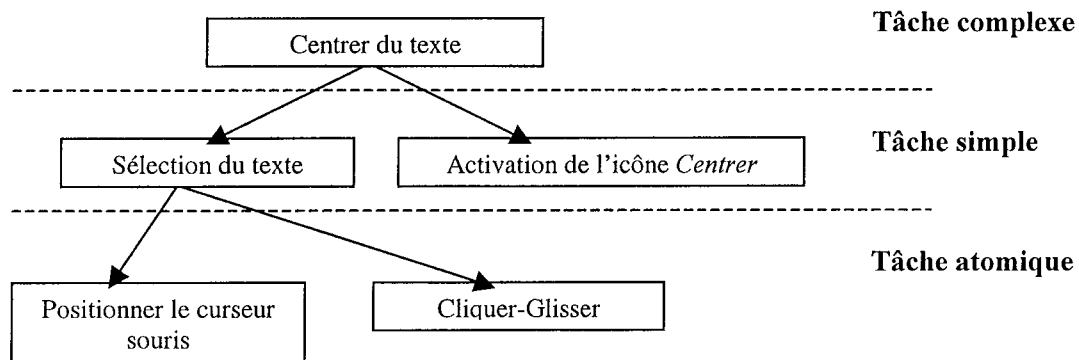


Figure 23 : Exemple de décomposition à trois niveaux de la tâche 'Sélectionner du texte'.

Du point de vue de l'activité des sujets, la réalisation de chaque sous-tâche proposée par l'expert dans une intervention de type *Instruire* faisant partie de la présentation d'une procédure complexe donne lieu à une boucle d'action/réaction spécifique, chaque sous-tâche définissant un nouvel objectif (cf. Figure 24).

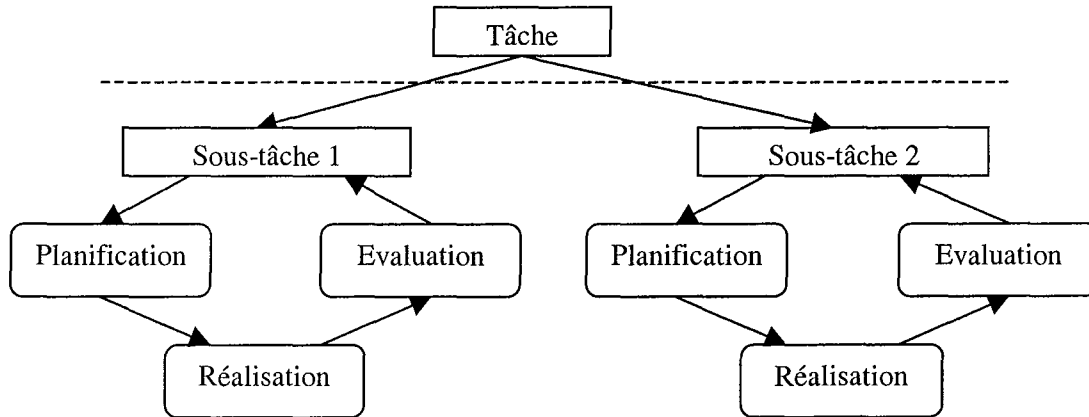


Figure 24 : Boucle d'action/réaction de niveau 1.

3.3.2. Organisation des interventions d'aide

La stratégie d'aide des experts s'inscrit dans ce schéma d'activité qu'elle suscite et contrôle, notamment en prenant le contrôle du dialogue comme le montre l'extrait du corpus reproduit dans le Tableau 16. Dans cet extrait, la première intervention de l'expert ne répond que partiellement à la demande d'information du sujet, puisqu'elle se borne à décrire la première étape de la procédure à exécuter après avoir précisé le nom de la fonctionnalité du logiciel qu'il convient d'activer. On constate ainsi que l'apport d'information syntaxique se fait sous forme d'une suite d'énoncés, donc d'actes de langage, et non d'une intervention unique.

| | | |
|-------------------------|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Intervention n° 446 | Etape 1 | En fait ce que tu dois faire s'appelle un pied de page, c'est-à-dire que ce que tu vas écrire n'apparaît pas sur ton texte. |
| | Etape 2 | Pour que ça s'écrive il faut que tu ouvres la fenêtre de pied de page, c'est dans le menu « Doc » tu as « Définir un pied de page ». |
| Actions du sujet | | |
| Intervention n° 448 | Etape 3 | Y'a la fenêtre du pied de page qui vient de s'ouvrir. A l'intérieur t'as un curseur. |
| Intervention N° 450 | Etape 1' | C'est à partir de ce curseur que tu peux écrire ta phrase. |

Tableau 16 : Extrait de dialogue illustrant la stratégie d'instruction des experts (Sujet 17, situation sans environnement visuel partagé, interventions 446, 448 et 450).

En utilisant la grille d'analyse que nous avons proposée dans le chapitre 5 de cette partie, on peut annoter comme suit la suite d'énoncés du Tableau 16 :

| |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Intervention 446 : 1.1 <i>Inform</i> er → Fonctionnalité du logiciel (Tâche) 1.2 <i>Instruire</i> → Tâche simple (Sous-tâche 1 : ouvrir/afficher le pied de page) |
| Intervention 448 : 2.1 <i>Evaluer</i> → Effet d'action (Sous-tâche 1) |
| Intervention 450 : 2.2 <i>Inform</i> er → Média (Sous-tâche 2 : Entrer le texte du pied de page) |

Cette structure correspond au schéma Planification-Réalisation-Evaluation qui décrit l'activité des sujets lorsqu'on effectue un découpage de la réalisation d'une tâche en une suite de sous-tâches. Les experts adoptent une stratégie d'aide en relation étroite avec l'activité des sujets telle qu'elle est représentée dans le cadre du modèle de Norman. L'aide se manifeste par un soutien de l'activité qui intervient lors de chacune des étapes clés de la boucle d'action-réaction ; un soutien est proposé non seulement pour la réalisation des tâches ou des sous-tâches, mais également pour celle des étapes de planification (cf. *Informer* dans la première intervention de l'expert) et d'évaluation (cf. *Evaluer* dans la seconde intervention).

Cette structure montre également que les experts adoptent un procédé de présentation de l'information pas à pas en synchronisation avec l'activité des sujets, procédé utilisé fréquemment dans les situations de coopération. Chaque intervention correspond en effet à un besoin local des sujets, dans le contexte de leur activité courante.

3.3.3. Synchronisation et adaptation de l'information

Le procédé de présentation de l'information décrit dans le paragraphe précédent pose deux problèmes spécifiques majeurs de mise en œuvre. La présentation de l'ensemble d'une procédure soulève un premier problème, celui de synchroniser les apports d'information d'aide avec les actions effectuées par le sujet pour réaliser la tâche correspondante. Le second problème provient également de la volonté de faire coïncider l'aide avec l'activité des sujets. Il se produit lorsque la réalisation de la procédure a débuté avant le recours à l'aide : comment, dans ce contexte, l'expert procède-t-il pour adapter sa démarche à l'état courant de l'activité des sujets ?

3.3.3.1. Adaptation et synchronisation globales

Le champ *Contexte implicite* de la grille d'analyse constitue la source principale d'informations à notre disposition pour identifier le type d'information exploité par les experts pour synchroniser leurs interventions informatives avec l'activité des novices. D'après les résultats présentés dans le Tableau 17, l'information contextuelle utilisée le plus souvent par les experts pour effectuer cette synchronisation et adapter l'aide à l'activité courante des sujets est l'*Etat de réalisation de la tâche*.

| Action courante | Etat courant du système | Etat de réalisation de la tâche | Historiques | Intention courante | Liste des tâches |
|-----------------|-------------------------|---------------------------------|-------------|--------------------|------------------|
| 3% | 17% | 71% | 5% | 19% | 9% |

Tableau 17 : Répartition des interventions *Instruire* en fonction de la nature des informations contextuelles qu'elles utilisent.

L'information concernant l'*Etat de réalisation de la tâche* est un indice permettant de connaître la position relative du sujet dans le chemin global d'exécution d'une procédure complexe ou dans le processus de réalisation d'une sous-tâche. La maîtrise de cette

information permet donc à l'expert d'apporter au sujet un soutien approprié à chaque nouvelle étape de la réalisation d'une procédure (i.e., chaque fois que débute un nouveau cycle action-réaction).

On a vu (cf. Tableau 14) que l'essentiel des réponses des experts aux questions des sujets, tous types de questions confondus, étaient dans plus de 90% des cas de l'un des trois types suivant : *Instruire*, *Informé* et *Évaluer*. Ces trois types de réponse véhiculent des formats d'information spécifiques qui sont choisis, non pas en fonction du type d'information demandé, mais en fonction des besoins en information des sujets.

Les dialogues étudiés montrent que, selon le contexte courant, l'expert choisit un type d'intervention adapté, dans le but de fournir au sujet une information portant sur :

1. la planification de la réalisation de la tâche ou d'une étape de réalisation de la tâche ;
2. Les actions nécessaires à l'accomplissement de l'étape courante ;
3. L'évaluation des actions réalisées sur le logiciel en fonction des effets constatés ou attendus ;

L'état de réalisation de la tâche sert d'indice à l'expert pour connaître le contexte de réalisation de la tâche dans lequel doit s'inscrire l'instruction courante. En exploitant cette connaissance, en conjonction avec l'ensembles des connaissances dynamiques portant sur l'interaction, l'expert peut ainsi fournir au novice des informations d'aide appropriées, adaptées à ses besoins immédiats (cf. Figure 25).

Une fois l'intention du sujet définie, l'expert met en place une aide dynamique en fonction du degré de précision des instructions choisi. La gestion des interventions semble s'effectuer de la façon suivante :

- dans le but d'établir l'objectif courant (tâche ou sous tâche), la première information fournie est l'information de planification ;
- si la planification de la tâche est déjà réalisée, l'information fournie porte sur la procédure de réalisation de l'objectif courant ;
- après réalisation de la procédure, l'information porte sur l'évaluation des résultats obtenus.

Dans le cas de demandes procédurales générales sur la réalisation de la tâche, les experts exploitent des stratégies de guidage pas à pas et présentent successivement les informations de planification, réalisation et évaluation à chaque nouvelle étape de la procédure (cf. Figure 25).

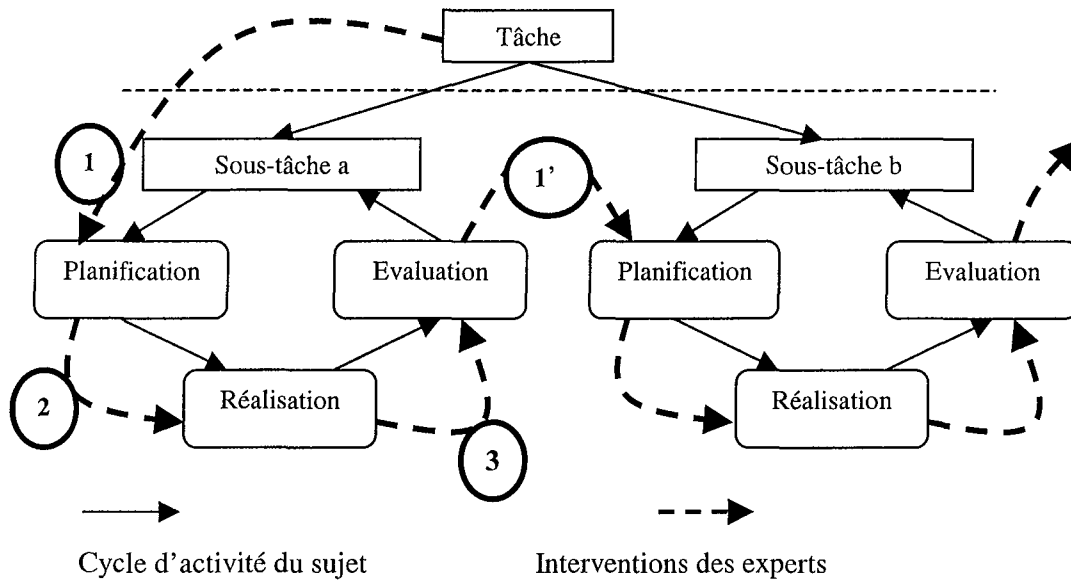


Figure 25 : Organisation temporelle des interventions d'aide par rapport à l'activité du novice.

- 1 : Présentation d'informations portant sur la fonctionnalité à employer. Ces informations permettent la planification de la première étape de réalisation de la tâche.
- 2 : Présentation d'informations procédurales permettant la réalisation de la première étape.
- 3 : Evaluation des effets des actions de l'utilisateur.
- 1' : Présentation d'informations sémantiques sur la seconde étape de la réalisation. Cette information conduit à la planification de l'activité permettant de réaliser cette seconde étape.

3.3.3.2. Adaptation et synchronisation locales

La mise en œuvre de l'ancrage de la stratégie de conduite de l'aide dans l'activité des sujets soulève un problème supplémentaire lorsque la procédure de réalisation de la tâche est déjà engagée au moment où l'aide intervient. L'aide apportée doit s'adapter à l'état courant de réalisation de la tâche, faute de quoi l'expert court le risque de présenter au sujet une information inappropriée, susceptible de provoquer des erreurs de manipulation.

Dans certains cas, les requêtes des sujets ont lieu au cours de la réalisation de la procédure et portent sur un point précis de cette réalisation (cf. l'analyse des demandes des sujets). Dans ce cas l'état de réalisation de la tâche est exploité de façon privilégiée pour adapter l'aide aux besoins effectifs courants des sujets, l'objectif étant de leur faciliter la réalisation de l'étape en cours au moment de la demande d'aide, ou bien la transition avec l'étape suivant celle-ci lorsque la demande intervient à la fin d'une étape de la réalisation de la procédure (cf. Figure 26).

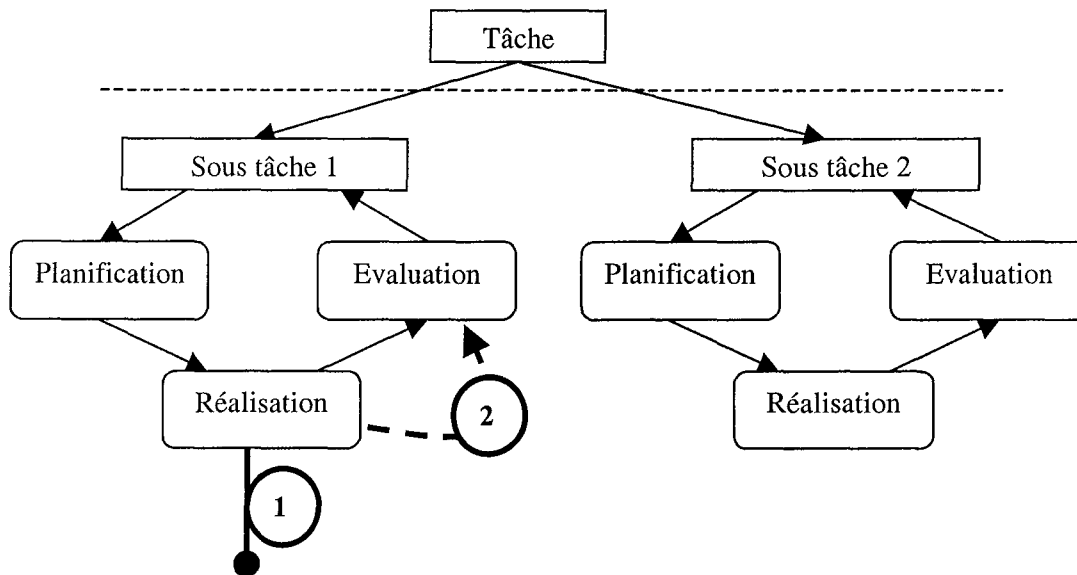


Figure 26 : Adaptation de l'aide aux besoins courants des sujets.

1 : Occurrence de la question du sujet.

2 : Elaboration de la réponse de l'expert.

Les experts ont le choix, dans ce contexte entre deux stratégies d'interventions :

- après avoir satisfait la requête du sujet, ils peuvent, de leur propre initiative, poursuivre leurs apports d'informations d'aide jusqu'à la réalisation complète de la procédure ;
- ils peuvent également choisir d'apporter une aide ponctuelle, en se bornant à satisfaire la demande d'aide du sujet et en le laissant ensuite terminer seul la réalisation de la procédure.

Le choix du comportement à adopter peut faire intervenir différents facteurs, notamment la complexité de la tâche en cours de réalisation et le modèle dynamique des connaissances du novice.

3.4. Exploitation explicite de l'information contextuelle

Nous avons vu que l'information contextuelle était exploitée en tant qu'indice par les experts pour mettre en place des stratégies d'aide flexibles, adaptées aux besoins effectifs courants des novices.

Cette information est également exploitée de façon explicite. Nous avons cherché à savoir dans quelle mesure l'utilisation explicite d'informations contextuelles est susceptible d'améliorer l'aide proposée aux sujets.

La Figure 27 présente, pour chaque type d'intervention, le pourcentage des interventions de ce type dénuées de référence explicite au contexte d'interaction (désignées dans la suite 'interventions non contextuelles'). On notera le pourcentage relativement peu élevé

d'interventions non contextuelles pour la catégorie *Evaluer*. Nous proposons une interprétation de ce phénomène dans le paragraphe 3.4.2.

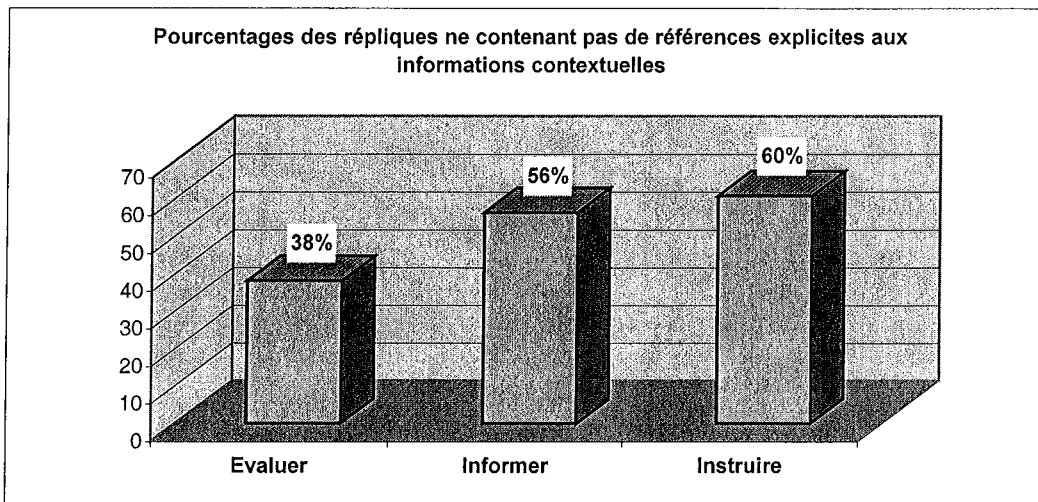


Figure 27 : Pourcentage des interventions non contextuelles pour chaque catégorie d'interventions.

3.4.1. Messages de type *Instruire*

Dans les interventions de type *Instruire*, les références au contexte portent principalement, par ordre de fréquence d'occurrence croissante, sur l'*Action courante*, l'*Etat courant du système* et l'*Etat de réalisation de la tâche* (cf. Figure 28).

La faible proportion des références à l'*Intention courante* des sujets, en comparaison de celle des références à l'*Action courante* confirme l'existence, dans le modèle de la tâche mis en œuvre par les experts et, par conséquent, dans leurs stratégies d'aide, d'une distinction effective entre les activités de planification et d'exécution (cf. le paragraphe 2.3.1 de ce chapitre où nous avons proposé et justifié cette hypothèse à partir de l'analyse de leurs interventions de type *Instruire*). Les instructions données par les experts ont pour but la réalisation des actions nécessaires à l'accomplissement de la tâche sans mise en relation de cette information avec les objectifs et intentions des sujets. De fait, l'information procédurale est objectivée et exprimée exclusivement en termes de procédures (*Action courante* et *Etat de réalisation de la tâche*).

Il faut également noter que la majorité des interventions de type *Instruire* ne contiennent aucune référence explicite au contexte. La contextualisation de l'information fournie est assurée de manière implicite grâce au procédé de présentation pas à pas de l'information procédurale. En fournissant au novice l'information procédurale au moment où il doit l'utiliser, celui-ci peut établir seul, sans effort particulier de compréhension, le lien entre l'information donnée et la situation courante qui constitue le contexte spécifique d'utilisation et de mise en œuvre de cette information. Le moment que choisit l'expert pour formuler l'instruction joue un rôle analogue à celui joué par les références explicites au contexte pour d'autres catégories d'interventions que celles de type *Instruire*.

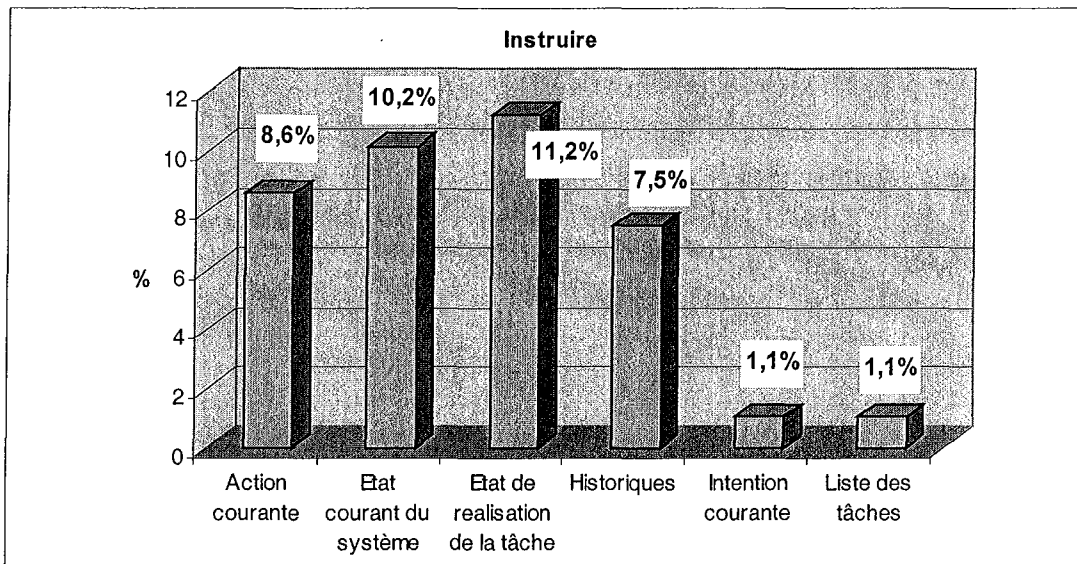


Figure 28 : Répartition des références au contexte dans les interventions de type *Instruire*.

3.4.2. Messages d'évaluation

Les références au contexte dans les interventions de type *Evaluer* sont principalement des références à l'*Etat courant du système* et aux différents types d'*Historiques* (cf. Figure 29). L'évaluation portant essentiellement sur les effets des actions des sujets, il peut sembler surprenant que les références aux actions courantes soient très peu nombreuses. De même, l'*Etat de réalisation de la tâche* est très peu évoqué dans les interventions de ce type.

Cependant, ce type d'intervention est celui qui contient la plus forte proportion de références explicites au contexte (38% seulement ne contiennent aucune référence explicite aux informations contextuelles, tandis que 56% et 60% des interventions n'en contiennent aucune pour les interventions de type *Informer* et *Instruire*, respectivement ; cf. Figure 27).

On peut avancer l'hypothèse suivante pour rendre compte de cette observation. L'évaluation et l'interprétation des réactions du système nécessitent l'analyse et la mise en perspective d'indices visuels pertinents grâce à un modèle théorique du comportement du logiciel. Les sujets ne possédant pas un tel modèle, la validation de leurs actions doit être explicite. Or, cette validation passe par l'explicitation de l'analyse de l'état courant du système et par l'expression des indices visuels qu'elle met en jeu.

Les références au contexte observées ont donc pour but de fonder l'interprétation et l'évaluation des actions des utilisateurs sur l'état apparent du système.

Exemple 43 : Intervention de type Evaluer ; Sujet 1, situation avec écran partagé.

| Num. | Verbalisation |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 32 | Expert : Voilà, ton mot normalement il est bleu ; ça veut dire qu'il est sélectionné. |

Ces références permettent d'attirer l'attention des sujets sur les indices visuels pertinents et de renforcer le lien de causalité existant entre les actions accomplies et leurs effets visibles.

Le fait que ce type d'intervention soit celui qui contient le plus de références explicites au contexte montre que l'établissement de ce lien, indispensable pour pouvoir interagir efficacement avec le logiciel, constitue une difficulté importante pour les sujets.

Enfin, établir explicitement ce lien permet de rendre apparents les comportements du logiciel et favorise l'acquisition et la construction, par le novice d'un modèle général du fonctionnement de celui-ci.

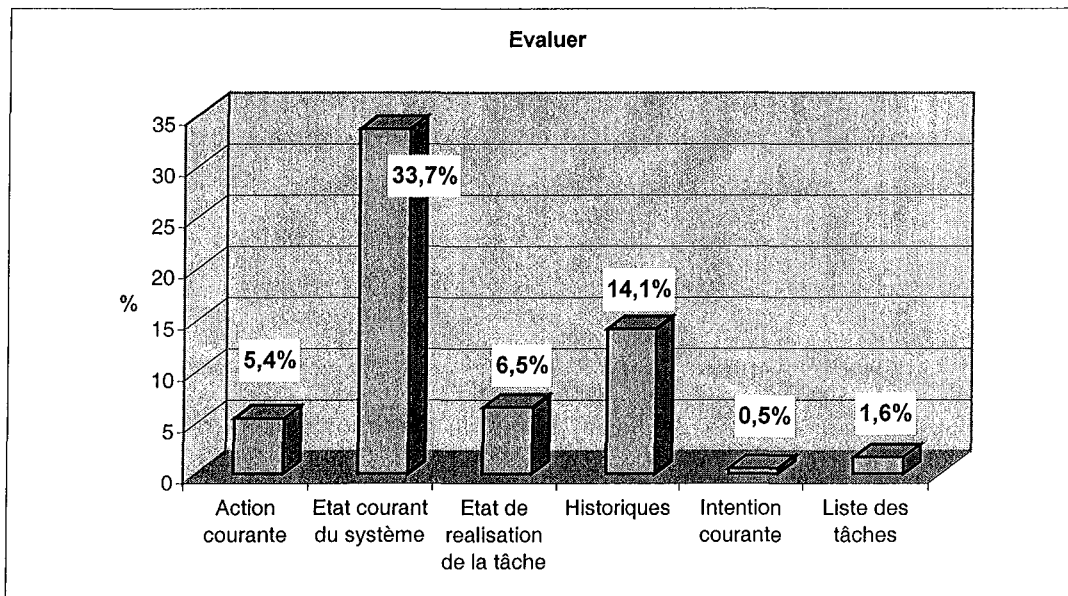


Figure 29 : Répartition des références au contexte dans les interventions de type *Evaluer*.

3.4.3. Messages de type *Informier*

Pour les interventions de type *Informier*, les références observées portent essentiellement sur les *Actions courantes* des sujets et l'*Etat courant du système* (cf. Figure 30). Le recours à ces références peut avoir pour objectif d'établir explicitement le lien entre l'action proposée (ou la dernière action réalisée), ou plus généralement l'activité des sujets, et ses effets sur l'état du système.

Plus généralement, le rôle de ces références est de faciliter au sujet la construction de l'interprétation sémantique d'une action ou d'une procédure dans le contexte d'interaction courante. Dans l'exemple ci-dessous, la référence à l'état courant de l'affichage sert à justifier, à l'intention du sujet, le plan proposé pour la réalisation de l'alignement à droite d'un fragment du texte à mettre en page.

Exemple 44 : Message de type Informier ; Sujet 14, situation côte à côte.

| Num. | Verbalisation |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 27 | Expert : Alors pour déplacer du texte à droite, il faut te servir d'un élément de la règle qui n'y est pas puisque la règle n'est pas affichée ; donc il te faut d'abord afficher la règle. |

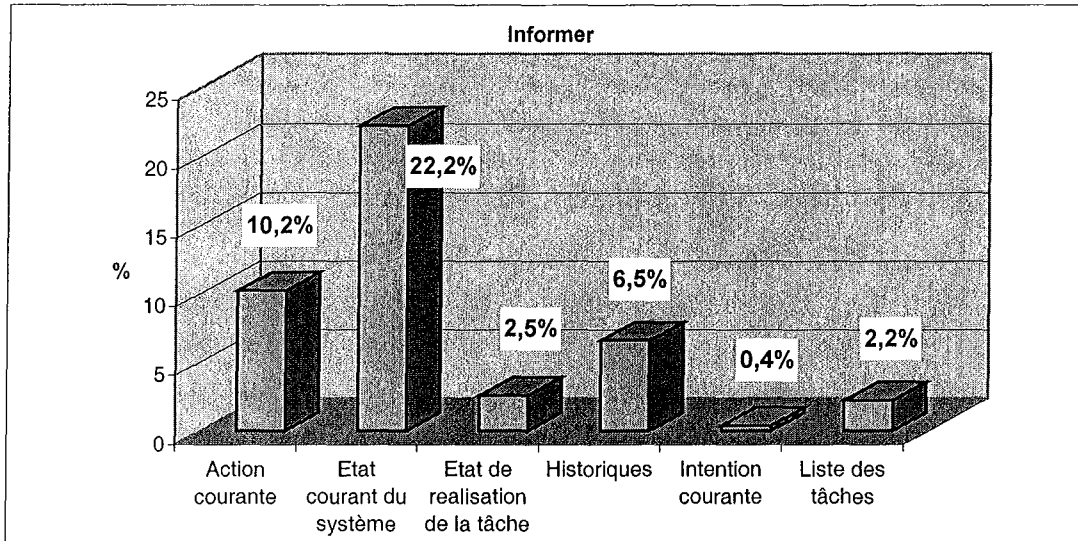


Figure 30 : Répartition des références au contexte dans les interventions de type Informer.

3.5. Conclusions

L'analyse des réponses des experts montre que les informations contextuelles sont des informations primordiales dans la gestion de l'activité d'aide mise en œuvre. Ces informations sont prises en compte par les experts humains dans une double perspective. Elle sont exploitées d'une part pour répondre aux besoins réels et instantanés des novices et, d'autre part, pour leur faciliter l'acquisition des connaissances syntaxiques et sémantiques nécessaires à la maîtrise de l'utilisation du logiciel.

3.5.1. Gestion des besoins des novices

La correspondance sémantique théorique liant les catégories de questions et les types de réponses associés n'est pas respectée au cours des dialogues d'aide. Le type d'information présenté par les experts ne répond pas, en général, aux besoins exprimés explicitement par les sujets. Cela ne signifie pas pour autant que les besoins des sujets ne sont pas satisfaits. Au contraire, les experts effectuent un travail d'inférence à partir des différentes informations qui sont à leur disposition, pour répondre aux besoins en information effectifs des sujets, plutôt qu'aux besoins exprimés par ces derniers.

Les informations contextuelles sont à la base des inférences réalisées par les experts. L'étude de l'utilisation implicite des informations contextuelles a montré que l'information portant sur l'*Etat de réalisation de la tâche* est une information primordiale pour les experts humains. Cette connaissance, associée à la connaissance des *Intentions des sujets*, permet à l'expert de connaître l'état d'avancement de la tâche et de situer son activité d'aide dans une perspective orientée tâche, proche de l'activité des sujets.

Dans cette perspective, l'information contextuelle de l'*Etat de réalisation de la tâche* est prise en compte par les experts pour mettre en place un procédé de gestion temporelle

dynamique des interventions. Il ressort en effet de l'analyse des interventions des experts que l'aide apportée est élaborée et présentée de façon synchrone à l'activité courante des sujets. L'information apportée s'inscrit dans l'étape courante du cycle d'activité du novice dans un procédé pas à pas qui conduit l'expert à effectuer un découpage des informations d'aide en unités élémentaires d'informations adaptées à chaque étape de la boucle de réalisation de la tâche.

On peut donc dire que l'information contextuelle est exploitée en temps réel par les experts humains dans une perspective de gestion des besoins en information des novices, dans le but d'adapter les informations apportées aux novices non pas aux besoins qu'ils expriment, mais à leur besoin effectifs à l'instant t de l'interaction.

3.5.2. Elaboration de connaissances

Les informations contextuelles dynamiques sont également exploitées explicitement par les experts et sont intégrées à l'aide en tant qu'éléments constitutifs de l'information proposée. Il ressort de l'analyse précédente que ces références explicites au contexte sont utilisées, selon les types d'interventions, dans le but :

- d'ancrer la procédure de réalisation dans le contexte courant d'interaction ;
- d'explicitier la relation de causalité existant entre les actions réalisées et les modifications visibles de l'état du système ;
- d'expliquer les heuristiques employées pour planifier la réalisation d'un objectif.

L'objectif pragmatique visé semble consister à lier l'information fournie, notamment les informations de nature sémantique, au contexte courant d'interaction, afin de la rendre plus facilement exploitable et applicable par les sujets dans leur situation réelle de réalisation de la tâche. Cependant, cette exploitation explicite des informations contextuelles exerce également un rôle didactique qui consiste à faciliter au sujet la compréhension du fonctionnement du système, la découverte et l'utilisation de ses capacités.

Cependant, ces références explicites sont peu nombreuses dans le corpus. Il faut donc conclure qu'elles constituent un aspect secondaire des stratégies d'aide des experts, ces stratégies passant principalement par la présentation *contextuelle* plutôt que *contextualisée* des informations d'aide. L'expression "présentation contextuelle" fait référence ici au filtrage des informations d'aide en fonction des besoins immédiats des sujets et à leur présentation à l'instant où elles leur sont nécessaires pour progresser dans la réalisation de leur intention courante et l'exécution de la procédure en cours. En revanche, l'expression "présentation contextualisée" désigne l'insertion de références au contexte dans les interventions d'aide.

4. Conclusion

L'objectif de cette étude d'un corpus de dialogues d'aide était d'acquérir une meilleure connaissance de la situation d'aide en ligne, dans une double perspective.

Il s'agissait d'une part d'obtenir des connaissances précises sur les besoins en informations des utilisateurs novices de logiciels. En effet, il nous semble que les études antérieures ont abordé leur recherche en restreignant le champ de leurs investigations dans le but de répondre à des problématiques techniques de réalisation de systèmes aide, plutôt que dans celui d'obtenir une connaissance fine de ces besoins (cf. Partie I).

D'autre part notre objectif était de tirer de ces dialogues un modèle des stratégies d'aide employées par des experts humains pour améliorer notre connaissance de cette activité spécifique que constitue l'aide à l'utilisateur.

L'analyse que nous avons menée a montré que les besoins des sujets novices différaient des résultats des études antérieures consacrées à la modélisation de leurs requêtes. En effet, bien que les classifications proposées divergent, les études réalisées jusqu'à présent ont consisté à établir une classification des requêtes des utilisateurs en catégories d'informations sémantiques statiques de plusieurs types (Pilkington, 1992 ; Roestler et McLellan, 1995). Cependant, une analyse fine montre que ces besoins ne sont pas à exprimer en termes de connaissances statiques sur le système. Les requêtes étudiées montrent au contraire qu'ils doivent être considérés comme des besoins pragmatiques. Elles spécifient des besoins en connaissances pratiques, visant à permettre la réalisation d'une tâche, dans un contexte d'interaction local. Ces besoins recouvrent donc tous les aspects de réalisation de la tâche, de la planification de l'activité à l'évaluation finale du résultat obtenu, et non pas seulement des connaissances procédurales générales sur la réalisation d'une tâche ou la sémantique d'une fonction.

Ce comportement des sujets peut être dû à leur manque de connaissances qui leur interdit d'explicitement leur requête d'aide en terme de connaissances portant sur le système. Il est donc fort possible que les besoins de sujets novices diffèrent de ceux des sujets plus expérimentés dans la réalisation de la tâche donnée. Pour confirmer cette hypothèse, une étude comparative du type de recours à l'aide de sujets plus ou moins expérimentés doit être menée.

L'analyse des interventions des experts montre une prise en compte de ces besoins spécifiques des sujets novices. Les stratégies d'aide observées ont révélé que l'adaptation de l'aide au contexte courant d'interaction constitue le cœur de l'activité des experts.

Cette adaptation est effectuée implicitement, grâce à une présentation d'unités élémentaires d'informations dans un procédé dynamique de présentation, corrélé à l'activité des sujets de façon synchrone. L'information fournie par les experts correspond, à un instant t , à l'étape courante de réalisation de la tâche. Chaque unité d'information fournie recouvre un aspect spécifique de la réalisation de la tâche, soit : la planification de l'activité, la réalisation des actions, ou l'évaluation des effets observés. L'expert rend ainsi explicite des informations

pragmatiques que la simple description de la procédure à exécuter ou la mise en œuvre d'une catégorisation sémantique des informations utiles ne permet pas de fournir au novice.

La situation d'aide en ligne n'est cependant pas une situation didactique dans la mesure où l'exploitation explicite des informations contextuelles, qui facilite l'acquisition des connaissances expertes, constitue une activité marginale des experts. Ce phénomène peut être lié en partie au fait que dans les situations didactiques, l'objectif est de faciliter l'acquisition de connaissances tandis que dans le cas de l'aide en ligne c'est l'acquisition de savoir-faire qui est visée.

Nous proposons, dans la partie suivante, une étude issue des résultats présentés dans cette partie. Nous décrivons d'abord, dans le chapitre 7, le formalisme qui a été exploité pour représenter les connaissances nécessaires à l'aide, ainsi que sa mise en œuvre dans un outil d'évaluation expérimental que nous avons conçu.

Le deuxième chapitre de cette partie, chapitre 8, présente l'étude expérimentale qui a été menée grâce à cet outil, et propose un ensemble de résultats portant sur l'évaluation ergonomique des stratégies identifiées grâce à l'analyse des dialogues du corpus constitué par le GEDIC.

Partie III

Evaluation ergonomique des stratégies d'experts

Chapitre 7

Conception d'un outil logiciel d'assistance à la mise en œuvre et à l'évaluation de stratégies d'aide

L'étude des dialogues d'aide du GEDIC nous a conduit à identifier une partie des stratégies d'aide utilisées par des experts humains. Pour mesurer l'efficacité de ces stratégies on peut choisir comme critère d'évaluation le pourcentage des tâches prescrites menées à terme par les sujets. Dans la mesure où elle a permis la réalisation de l'ensemble des objectifs prescrits, on peut considérer l'aide apportée par les experts humains comme exemplaire.

Afin de tester ces stratégies dans une situation d'interaction homme-machine simulée, nous avons conçu et implémenté un outil d'assistance à l'implantation de stratégies d'aide. Cet outil a été spécialement élaboré pour pouvoir évaluer les stratégies d'aide expertes tirées de l'étude précédente.

Nous présentons dans la section 1 nos choix de conception. La section 2 présente le formalisme utilisé et l'architecture globale du logiciel réalisé, tandis que la dernière section décrit les différents modules développés.

1. Choix de conception

1.1. Expression des besoins

L'étude précédente a montré que la stratégie d'aide des experts humains repose principalement sur deux principes : proposer une aide orientée tâche et présenter contextuellement l'information, c'est à dire fournir à l'utilisateur profane l'information dont il a besoin à l'instant où elle lui est utile.

1.1.2. Aide orientée tâche

L'aide apportée par les experts humains, contrairement à ce que proposent les systèmes d'aide accompagnant l'essentiel des logiciels commerciaux, repose sur une représentation orientée tâche des connaissances plutôt que sur un modèle du fonctionnement du logiciel. L'efficacité de l'aide apportée par l'expert humain tient à ce qu'elle se fonde sur sa propre maîtrise experte du logiciel plutôt que sur des connaissances générales descriptives.

Pour permettre l'implantation informatique des stratégies des experts humains, il est nécessaire de définir un formalisme de représentation des connaissances employées adéquat.

1.1.3. Présentation contextuelle de l'information

La mise en œuvre contextuelle de l'aide se traduit par l'adaptation des informations au contexte courant d'interaction. Cette information sur l'état de l'interaction est principalement obtenue par la connaissance de l'état de réalisation de la tâche en cours (cf. Chapitre 6).

En se basant sur sa propre connaissance de la manière optimale de réaliser la tâche courante, ainsi que sur son état de réalisation, l'expert humain est à même de fournir au sujet l'information exacte dont il a besoin pour poursuivre la tâche en cours.

Dans le cadre d'une implémentation logicielle de cette stratégie de sélection et de présentation des informations d'aide, nous avons choisi de représenter la connaissance des experts par une base de données regroupant l'ensemble des messages d'aide qui pourront être fournis aux sujets au cours de l'expérience. Cela nous a permis, d'une part, de représenter facilement et simplement les connaissances mises en œuvre par les experts et, d'autre part, d'élaborer des messages d'aide adaptés aux différentes étapes de réalisation des tâches expérimentales.

2. Elaboration d'un formalisme de description des connaissances

Plusieurs formalismes offrent des potentialités intéressantes du point de vue de la représentation des connaissances comme par exemple ConcurrTaskTree (Breedvelt-Schouten, Paterno et al., 1997) et MAD (Scapin et Bastien, 2001). Ces derniers offrent notamment l'avantage de permettre de représenter le parallélisme et l'entrelacement des tâches.

Néanmoins, dans la mesure où notre protocole expérimental ne nécessite pas la prise en compte, dans un premier temps, des aspects de planification et de gestion du flux des tâches, nous avons porté notre choix sur le modèle le plus simple permettant la représentation des connaissances nécessaires à la tâche. Nous nous sommes donc basés sur le formalisme de description de connaissances adopté dans GOMS (Goal, Operators, Methods, Selection) pour effectuer notre étude.

2.1. Le modèle GOMS

GOMS est un modèle génératif hiérarchique et prédictif, permettant l'évaluation en amont d'interfaces utilisateurs, grâce à la décomposition des tâches en *méthodes* (sous-tâches). Plusieurs versions successives et extensions de ce modèle ont été proposées. On peut citer par exemple les modèles Keystroke-Level Model (KLM) (Card, Moran et al., 1980), Natural GOMS Language (NGOMSL) (Kieras, 1988 ; Kieras, 1996) et enfin le modèle Cognitive Perceptual Motor - GOMS (CPM-GOMS) (John, 1990).

Nous présentons ici le modèle originel proposé par Card, Moran et Newell en 1983 (Card, Moran et al., 1983).

Pour un logiciel donné, une description selon GOMS est une représentation des connaissances nécessaires à l'utilisation de ce logiciel selon une décomposition hiérarchique des étapes de réalisation des différentes tâches possibles. Les quatre éléments constitutifs d'une description de tâche selon GOMS sont :

- les **but**s (*Goals*) : c'est-à-dire les objectifs visés par l'utilisateur ;
- les **méthodes** (*Methods*) : les méthodes sont les différentes options de réalisation des *but*s. Une méthode peut également être définie comme la séquence d'utilisation des fonctions du logiciel, ou opérateurs, nécessaires à la réalisation d'un objectif ;
- les **opérateurs** (*Operators*) : ce sont les actions atomiques réalisées par l'utilisateur. Les opérateurs représentent le niveau de décomposition de la tâche le plus fin ;
- la **sélection** (*Selection*) : la sélection représente le choix entre deux (ou plusieurs) méthodes de réalisation possibles d'un but de l'utilisateur.

Une analyse de tâche réalisée selon le modèle GOMS intègre ces quatre éléments constitutifs dans la description de la tâche sous forme d'une arborescence hiérarchique. L'association d'un coût à chaque action atomique, ou opérateur, permet d'évaluer l'efficacité et la facilité d'utilisation d'un logiciel interactif sans faire intervenir d'utilisateur potentiel. C'est en ce sens que les modèles de cette catégorie peuvent-être dits prédictifs.

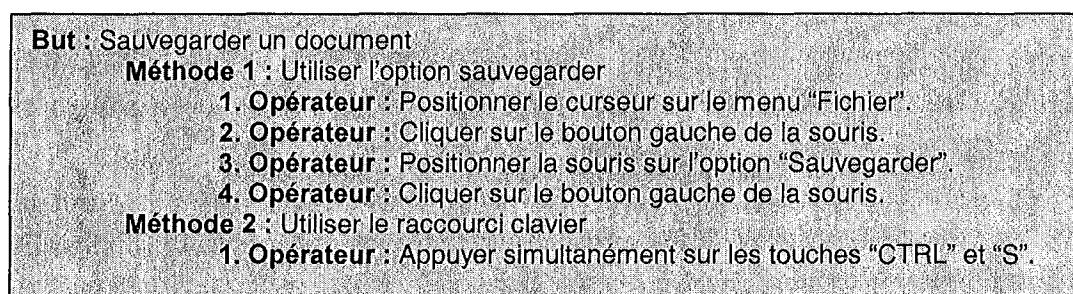


Figure 31 : Exemple de décomposition – Tâche "Sauvegarder un document"(MS Word) selon le modèle GOMS. L'arbre hiérarchique présente la décomposition du but en opérateurs selon deux méthodes. La sélection intervient entre les méthodes 1 et 2.

Ce modèle est efficace pour décrire les connaissances nécessaires à la réalisation de buts simples tels que celui présenté dans l'exemple ci-dessus. En tant que modèle prédictif, il comporte cependant de nombreuses imperfections dont certaines ont été identifiées par ses concepteurs eux-mêmes. Le modèle GOMS ne décrit les tâches qu'en tenant compte des connaissances assurant les meilleurs performances possibles. Il ne peut donc s'appliquer qu'à décrire des connaissances expertes, sans prendre en considération les variations interindividuelles ni les erreurs.

2.2. Adaptation du modèle GOMS

Si le modèle GOMS peut présenter des lacunes en tant que modèle prédictif, il possède des propriétés de description adaptées à nos besoins concernant la conception de messages d'aide. Il permet de représenter sous forme arborescente les étapes et/ou connaissances nécessaires à la réalisation d'une tâche.

2.2.1. Niveaux de description des procédures

Les données du GEDIC indiquent que les experts humains utilisent trois niveaux de description de l'information procédurale dans leurs interventions d'aide. Le premier niveau correspond à la tâche, i.e. à la procédure de réalisation de l'objectif du sujet dans son ensemble. Le second niveau correspond au niveau des sous-tâches, une sous-tâche correspondant à une procédure permettant la réalisation d'un but intermédiaire. La décomposition d'une tâche en sous-tâches est réalisée de manière fine par les experts en fonction du contexte d'interaction courant (besoins des sujets, complexité de la tâche engagée, état de réalisation de la tâche, etc.). Le troisième et dernier niveau concerne les actions élémentaires qui interviennent dans la réalisation d'une tâche ou d'une sous-tâche.

Si les niveaux tâche et action élémentaire correspondent respectivement aux Buts et Opérateurs du modèle GOMS, il nous faut introduire une distinction supplémentaire pour ajouter à ce modèle la notion de sous-tâche exploitée par les experts humains.

2.2.2. Définition du formalisme de description

Les concepts fondamentaux de GOMS peuvent être employés en tant que formalisme de description des connaissances nécessaires à la réalisation d'une tâche grâce à un logiciel grand public.

On ajoute au modèle tel qu'il est proposé par Card, Moran et Newell (Card, Moran et al., 1983) un niveau intermédiaire de décomposition des tâches correspondant à la définition des sous-tâches. On peut ainsi prendre en considération à la fois les tâches, ainsi que leur décomposition en sous-tâches et actions élémentaires.

- **Tâche** : une tâche correspond à la définition d'un but de l'utilisateur. Une tâche peut éventuellement être réalisée selon plusieurs méthodes.
- **Méthode** : une méthode définit une stratégie spécifique de réalisation d'une tâche. Elle peut nécessiter la réalisation de plusieurs objectifs intermédiaires ou sous-tâches.
- **Sous-tâche** : une sous-tâche est un objectif intermédiaire de réalisation d'un but. Une sous-tâche peut être réalisée d'une seule ou de plusieurs manières.
- **Technique** : on appelle technique la procédure de réalisation d'une sous-tâche donnée. Une technique implique la réalisation de plusieurs actions.
- **Actions** : les actions représentent le niveau le plus bas de décomposition d'une procédure. Elles se situent au niveau des interactions élémentaires, et correspondent aux opérateurs du modèle GOMS.

On peut ainsi, grâce à ce procédé de décomposition, générer des arbres de tâches pour décrire de façon exhaustive les connaissances/procédures nécessaires à la réalisation d'une tâche donnée en déclinant précisément toutes les possibilités de réalisation existantes, en prenant en compte la tâche, les différentes sous-tâches intermédiaires, et les actions à accomplir pour chacune des stratégies de réalisation possibles.

Par exemple, un telle décomposition s'effectue comme suit pour la tâche "Remplacer un mot par un texte" (cf. Figure 32).

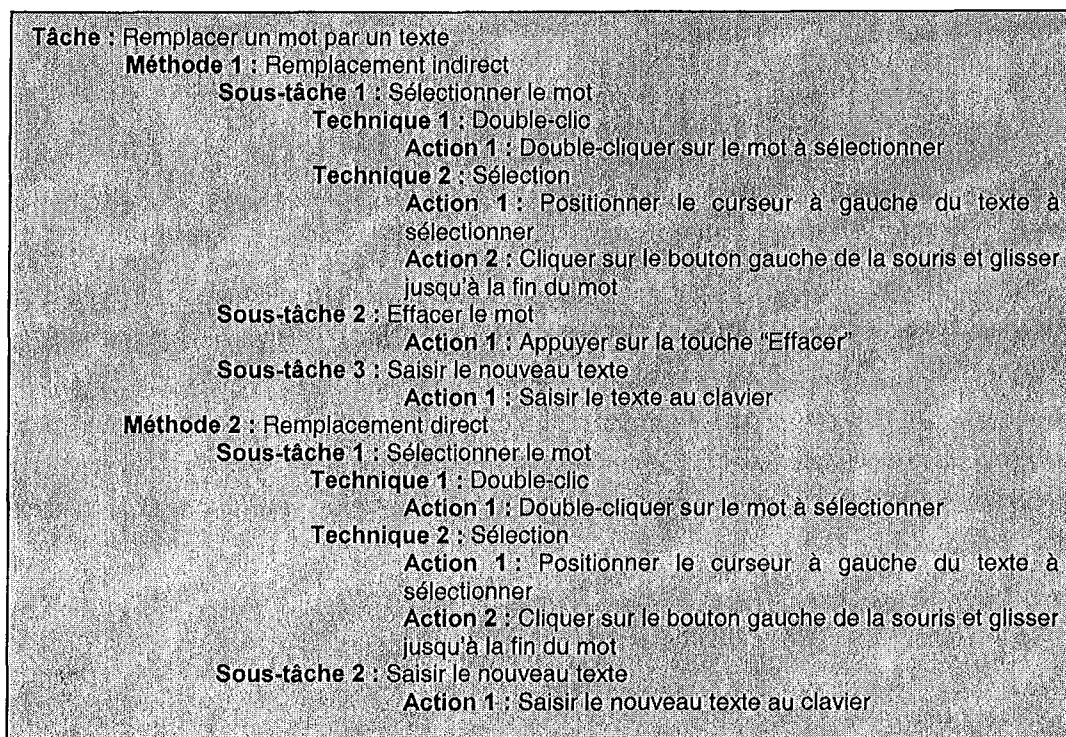


Figure 32 : Illustration du formalisme de description des tâches. Arborescence partielle de la tâche "Remplacer un mot par un texte".

Cette décomposition permet de représenter toutes les options de réalisation d'une tâche donnée mais devient rapidement d'une grande complexité. Or, sauf à vouloir mettre en œuvre des stratégies/règles de sélection entre ces différentes possibilités, qui tiennent compte de données propres à l'interaction, une telle exhaustivité n'est pas nécessaire.

Nous souhaitons, dans un premier temps, évaluer les stratégies d'aide contextuelle des experts humains et non réaliser un système autonome d'aide à l'utilisateur. Afin de simplifier cette étude, nous avons choisi d'imposer aux sujets de l'expérience la stratégie de réalisation à employer.

2.2.3. Règles de sélection et simplification des arbres de représentation

Si l'on ne tient pas compte des solutions alternatives, mais qu'on impose une stratégie de réalisation, on peut simplifier les arbres de connaissances en ne représentant que les différentes tâches, sous-tâches et actions nécessaires à une stratégie de réalisation donnée. En première approche, un tel modèle simplifié peut suffire pour évaluer l'impact des stratégies contextuelles. On peut ainsi ramener l'arbre décrivant la tâche "Remplacer un mot par un texte" à la représentation suivante (cf. Figure 33) :

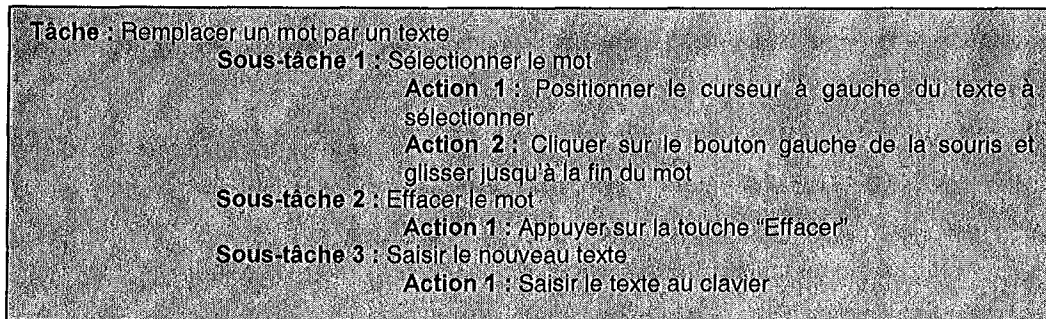


Figure 33 : Arbre simplifié décrivant la tâche "Remplacer un mot par un texte".

L'arbre représenté dans cette figure correspond au choix de la technique 2 (cf. Figure 32) pour sélectionner le mot à remplacer, c'est-à-dire pour réaliser la sous-tâche 1. Cette stratégie est moins efficace pour sélectionner un mot que le double clic, mais elle est plus intuitive et de nature à faciliter/simplifier l'apprentissage du logiciel dans la mesure où elle est très générale. Elle peut être en effet appliquée indifféremment à un mot, une phrase ou un paragraphe. C'est d'ailleurs la stratégie de réalisation proposée par les experts dans les dialogues du corpus.

La définition de règles de sélection permettant d'effectuer un choix entre plusieurs procédures équivalentes en fonction de critères contextuels constituera un raffinement ultérieur possible de cette recherche. L'objectif d'une telle étude devra être double. Elle devra étudier d'une part l'impact de telles stratégies adaptatives à la fois sur les performances des sujets, l'apprentissage réalisé et le modèle du système découlant de tels comportements évolutifs (qui peuvent être de nature à dérouter les utilisateurs). Elle devra d'autre part viser à proposer des règles de sélection personnalisées exploitant un modèle dynamique des connaissances des utilisateurs afin de conduire à proposer une information véritablement personnalisée.

2.3. Elaboration d'une base de messages d'aide

A partir des représentations des tâches obtenues grâce à ce formalisme de description, il est possible de construire une base de messages d'aide adaptés au contexte d'interaction de l'utilisateur. Ce contexte correspond, en première approximation, à une position relative dans l'arborescence décrivant la tâche : cette position correspond à l'état de réalisation de la tâche.

En associant à chaque nœud de l'arbre de représentation des connaissances un ou plusieurs messages d'aide, en fonction des variables testées, on peut ainsi prendre en compte les valeurs courantes des variables contextuelles dans la génération des messages.

Chaque message de la base a été conçu de façon à répondre aux besoins spécifiques des utilisateurs, compte tenu des degrés de liberté voulus au cours de l'expérience. On peut en effet tenir compte de différentes variables expérimentales pour constituer des messages spécifiquement adaptés au type de question posée (*Comment, Quoi, Demandes*, etc.), aux

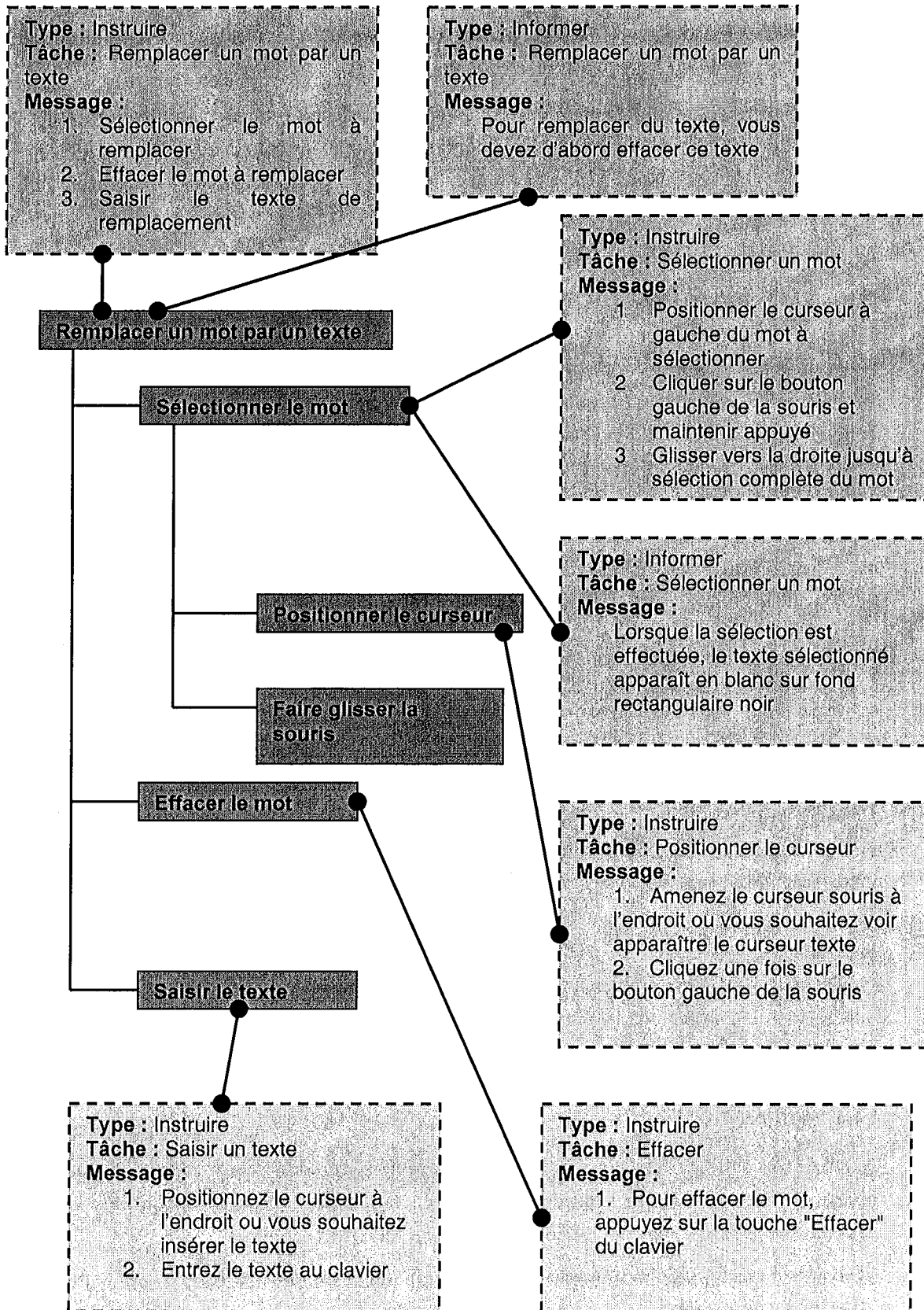


Figure 34 : Exemple de décomposition de la tâche "Remplacer un mot par un texte", avec association des messages d'aide. La stratégie choisie est celle où on efface d'abord le mot.

connaissances de l'utilisateur (prise en compte d'un niveau de l'utilisateur), ou de toute autre variable dépendant du contexte d'utilisation.

La figure 34 présente un exemple de décomposition de tâche avec association de messages au nœuds de l'arborescence. Les messages donnés en exemple sont activés en fonction, d'une part, de l'état de réalisation de la tâche défini par la position du message dans l'arbre et, d'autre part, en fonction du type d'information demandé (cf. Figure 34).

3. Description des modules

Nous présentons ici brièvement les outils que nous avons conçus, en exploitant le formalisme de description présenté dans la section précédente, dans le but d'évaluer les stratégies d'aide contextuelles des experts humains. Ces outils ont été conçus dans le but d'être utilisés au cours d'expériences du type Magicien d'Oz qui permettent de remplacer l'intelligence artificielle par la présence d'un opérateur humain caché (Compère). L'exploitation des informations contextuelles et l'interprétation des questions des novices est à la charge du compère. Ces outils ne possèdent donc pas les aspects dynamiques recommandés pour permettre l'implantation de véritables stratégies d'aide contextuelles.

3.1. L'interface concepteur

L'outil d'expérimentation que nous avons conçu comporte deux modules qui seront présentés séparément. Le premier est un outil servant à la génération interactive des arbres de décomposition des tâches et à l'association de messages aux nœuds des arbres créés. Cet éditeur, destiné au concepteur d'études expérimentales, est utilisé durant la phase de conception de l'expérience à réaliser. Il permet d'implémenter les différentes stratégies d'aide à tester et de créer les arbres de décomposition des tâches nécessaires à la conduite des expériences. L'étude expérimentale décrite dans le chapitre suivant (chapitre 8) donne un exemple d'utilisation de ce logiciel destiné à faciliter l'évaluation ergonomique de différentes stratégies d'aide contextuelle dans le cadre d'études expérimentales faisant intervenir le paradigme du magicien d'Oz.

3.1.1. Objectif

Le but de cet outil générique est d'assister le concepteur d'études expérimentales destinées à évaluer différentes stratégies d'aide, dans la génération de l'ensemble des arbres et des messages nécessaires à la conduite d'une, ou d'une série d'expériences.

La figure suivante présente l'interface utilisateur du module permettant la réalisation d'arbres de tâches (cf. Figure 35). Ce module est constitué des cinq composantes suivantes :

- **l'interface de conception** : cette interface présente les différents outils permettant de générer et de gérer les nœuds de l'arbre en cours de création ;

- **la fenêtre d'affichage des arbres de tâches** : cette fenêtre permet de visualiser une arborescence créée antérieurement ou l'arborescence en cours de création, par exemple pour contrôler adjonctions et modifications ;
- **la fenêtre d'association des messages** : cette interface permet d'associer à un nœud de l'arbre sélectionné dans la fenêtre de visualisation un message d'aide préenregistré en spécifiant différents critères. Notre maquette propose d'associer à chaque message une information sur le niveau de l'utilisateur, le type de question, et le caractère, contextuel ou non, du message ; il s'agit ici du contexte explicite. Ces informations permettent une sélection automatique du message à activer dans le cadre de la mise en œuvre d'une stratégie d'aide donnée ;
- **le visualiseur HTML** : qui permet de visualiser le(s) message(s) que le concepteur souhaite associer au nœud courant.

3.1.1.1 Création des messages

Certains modèles de conception d'interfaces, comme par exemple UIDE (Foley, 1994) permettant d'automatiser la création de messages d'aide contextuels. Néanmoins, l'expérience que nous nous proposons de réaliser se propose d'utiliser un système déjà existant, plutôt que d'implémenter un système de façon ad-hoc. Nous avons donc choisi de concevoir manuellement les messages plutôt que d'utiliser une méthode, plus complexe, permettant d'automatiser leur génération.

Les choix retenus pour la composition des messages utilisés dans l'expérimentation présentée dans le chapitre suivant sont exposés dans le chapitre 8. Les messages que l'on souhaite associer aux nœuds d'un arbre créé grâce à l'éditeur destiné au concepteur (cf. Figure 35) sont conçus préalablement à leur intégration dans notre maquette. Cette dernière ne permet que la génération des arbres et l'association des messages aux nœuds.

3.1.2. Conception d'une expérience

On génère un arbre des tâches pour chaque expérience à mener. Cet arbre représente l'ensemble des tâches que les sujets auront à réaliser au cours de l'expérience. Dans un tel arbre, chaque tâche est un fils direct de la racine, qui représente l'expérience. Les tâches sont elles-mêmes constituées de sous-tâches correspondant à une fonction ou à une combinaison de fonctions du logiciel que les sujets auront à utiliser au cours de l'expérience et sur lequel porte le système d'aide en ligne simulé. La figure 36 représente la structure d'un arbre.

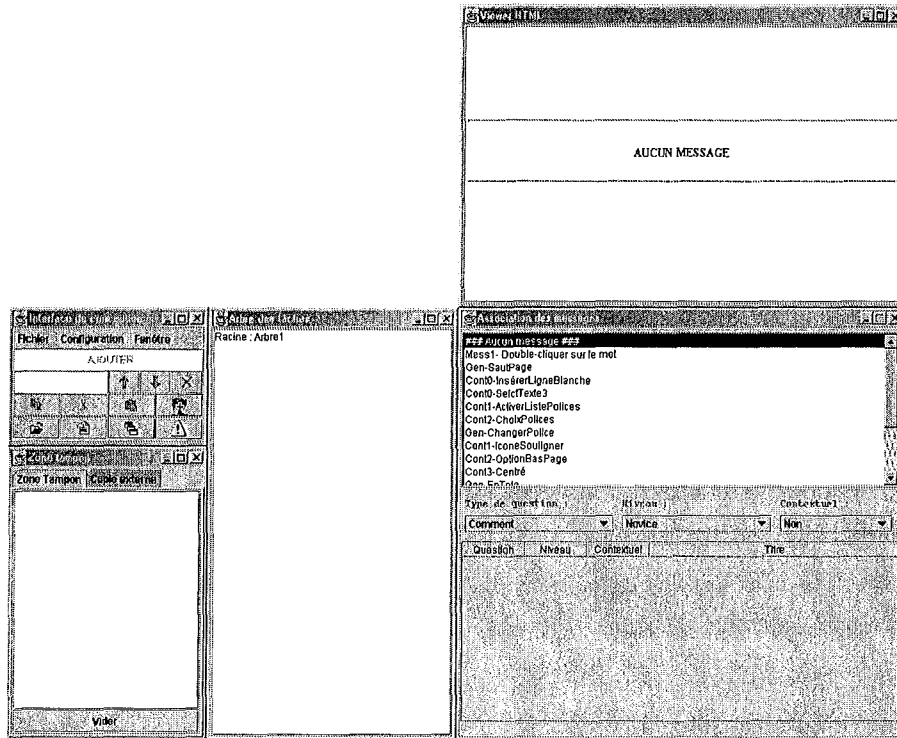


Figure 35 : Présentation de l'éditeur de conception. Cet outil permet la réalisation d'arbres de tâches décrivant les connaissances nécessaires à la réalisation d'une, ou d'une série de tâches.

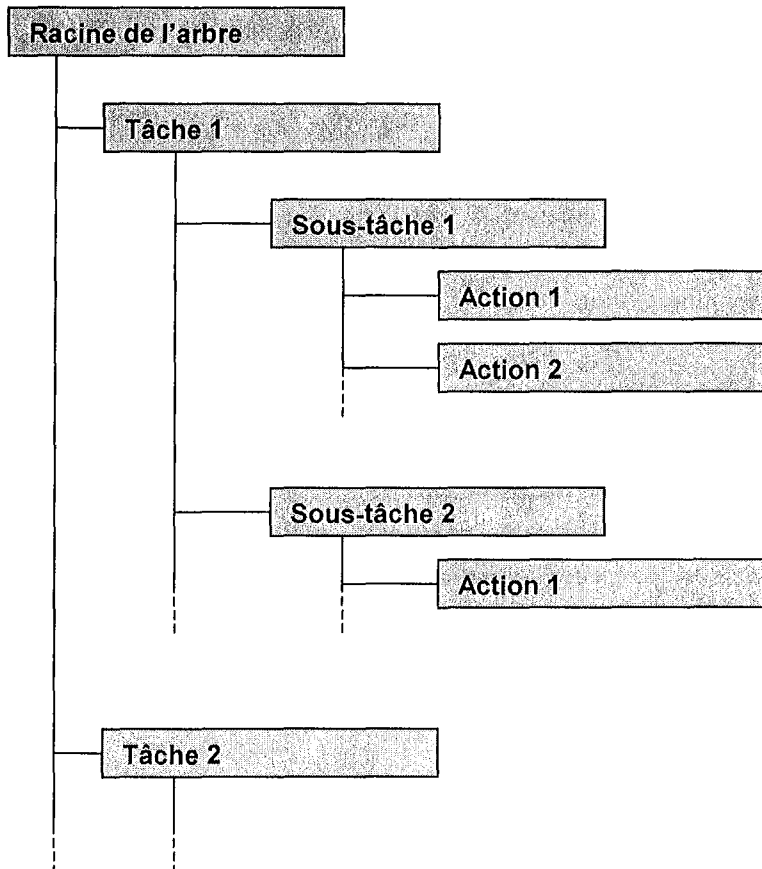


Figure 36 : Conception d'une expérience. Réalisation de l'arbre des tâches décrivant toutes les tâches à réaliser.

3.1.3 Association des messages aux nœuds

Dans le cadre de l'expérience décrite dans le chapitre suivant, nous avons effectué une distinction entre la racine du sous-arbre décrivant une tâche (fils direct de la racine de l'arbre des tâches) et ses différents fils. Nous avons associé à la racine d'une tâche les messages à utiliser dans la situation d'aide de référence, à savoir la situation classique d'aide non contextuelle. Et nous avons associé aux nœuds de sa descendance les messages activés dans la situation expérimentale de mise en œuvre d'une stratégie d'aide contextuelle inspirée de celle utilisée par les experts humains (cf. le corpus de dialogues étudiés dans le chapitre 6).

La fenêtre « message » représentée dans la Figure 35 permet de faire les associations des messages aux nœuds selon différents critères. Ces critères servent à distinguer les différents types de messages associés à chaque nœud. On peut ainsi raffiner les messages créés en fonction des conditions expérimentales voulues.

Si l'on distingue plusieurs types de questions, on peut générer pour chaque nœud de l'arbre, un message contenant une information répondant à un besoin spécifique, exprimé par la demande du sujet. On génère ainsi un type de message par type d'information demandé. Cette classification des messages d'aide est donnée par la taxonomie des types de questions présentée dans le chapitre 5.

On peut également distinguer différents niveaux de compétences des sujets et créer, pour chaque degré de connaissance considéré, un message spécifique pour chaque nœud et chaque type de question.

D'autres critères encore peuvent être pris en considération. L'outil que nous avons réalisé permet de distinguer plusieurs niveaux de contextualisation. Ce critère n'ayant pas été utilisé lors de notre expérience, nous ne présenterons pas cette distinction ici.

Pour faciliter le filtrage automatique des messages associés à chaque nœud en fonction des critères utilisés, on impose l'existence d'un seul message par configuration de valeurs des critères. Pour associer un message au nœud courant, il suffit de sélectionner la configuration de valeurs des critères correspondant à la stratégie d'aide choisie en utilisant les menus déroulants au centre de la fenêtre, puis de sélectionner le message approprié dans la liste en haut de la fenêtre. L'association d'un autre message au nœud courant impose une modification préalable des valeurs des critères de filtrage.

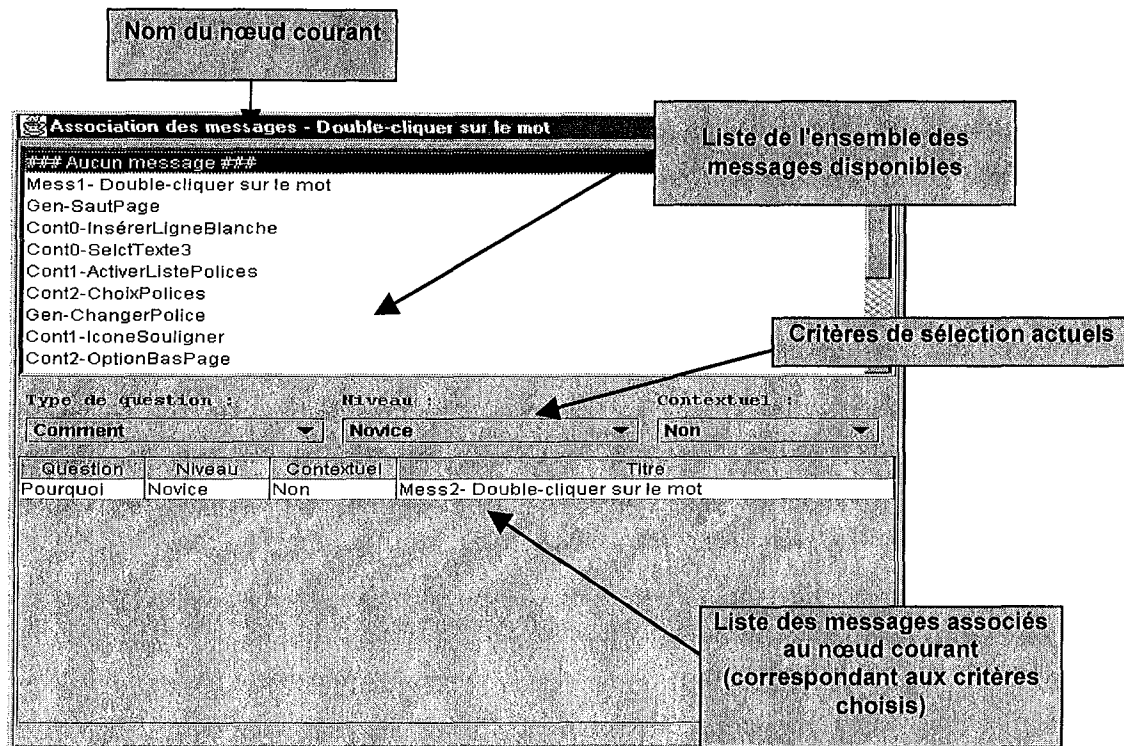


Figure 37 : Interface d'association des messages d'aide aux nœuds de l'arbre des tâches.

3.2. L'interface compère

L'interface compère permet au compère de l'expérience d'activer les messages appropriés et de les envoyer au sujet courant lors des recours de celui-ci à l'aide.

3.2.1. Le filtrage et l'envoi de messages

L'envoi des messages aux sujets est réalisé suite à une opération de filtrage (semi-) automatique ou manuelle, des différents messages associés au nœud courant. Cette étape a pour objectif d'effectuer un tri préalable des messages associés à un nœud, en fonction des besoins courants. Ce filtrage peut s'effectuer selon différents critères, qui doivent être pris en considération lors de la création de l'arbre et de l'association préalable des messages d'aide.

Ces critères peuvent être divers. Notre maquette tient compte des critères suivants :

- sélection du type de la question posée ;
- sélection du niveau du sujet ;
- sélection de la tâche à effectuer :
 - sélection d'un nœud (i.e. d'une sous-tâche) dans l'arbre des tâches,
 - puis sélection de la fonction/sous-fonction dans la fenêtre des tâches.

La sélection du type de question est effectuée par le compère à l'aide d'une liste déroulante. On peut ajouter à ces critères le choix entre plusieurs niveaux de maîtrise des sujets. La sélection du niveau peut être effectuée soit de façon statique, au début de chaque expérience, en fonction des connaissances supposées des sujets. Il s'agit alors d'un modèle stéréotypique non évolutif. On peut également faire évoluer ce modèle au cours de l'expérience. Dans ce cas, deux possibilités sont offertes : soit le choix est réalisé manuellement par le compère, soit il est effectué automatiquement par le système.



Figure 38 : Options de filtrage des messages associés aux nœuds de l'arbre des tâches.

La mise à jour du niveau de l'utilisateur au cours de l'interaction peut être automatisée grâce à la mise en œuvre d'un réseau sémantique de tâches. Ce type de réseau repose sur une analyse préalable des différentes actions et tâches réalisables grâce au logiciel.

Cette analyse doit conduire à une représentation des connaissances nécessaires à l'utilisation du logiciel sous forme d'un ensemble de liens sémantiques, permettant de rendre compte des différents transferts de connaissances possibles entre plusieurs tâches différentes. Le modèle dynamique des connaissances de l'utilisateur peut alors être établi grâce à l'utilisation d'un historique des actions des sujets. Des modèles de ce type ont déjà été mis en œuvre dans d'autres domaines ; voir, par exemple (Paquette et Tchounikine, 2001).

Au sein du système, les relations établies par le réseau sémantique de connaissances, sont illustrées par la création de groupes de tâches, de sous-tâches, ou d'actions. Lorsqu'une action/tâche du groupe considéré est réalisée avec succès par le sujet, on incrémente un compteur de réalisation. Lorsque le seuil de changement de niveau est atteint, le système considère que, pour le groupe de tâches considéré, le sujet a atteint un niveau de connaissance supérieur. Les messages sélectionnés et envoyés sont alors ceux qui correspondent à ce nouvel état des connaissances du sujet.

Cette fonctionnalité, ayant pour objectif de permettre de prendre en compte l'évolution des connaissances des sujets et d'adapter les informations fournies en fonction des nouveaux besoins spécifiques qui en découlent, n'a cependant pas été exploitée au cours de l'expérience décrites dans le chapitre 8. Une étude ultérieure permettra de réaliser une analyse plus poussée de ces aspects dynamiques de l'aide à l'utilisateur.

Le message résultant de cette sélection s'affiche, pour vérification, dans la zone de texte prévue à cet effet (cf. Figure 39) sous deux formes : tels qu'il apparaîtra à l'écran du sujet (en haut de l'écran du compère) et dans son format source HTML. L'envoi du message au sujet via l'Intranet est effectué en dernière instance, manuellement par le compère. Il suffit de lancer l'exécution d'un navigateur sur une machine dans la pièce du sujet pour visualiser le message formaté. Le compère a la possibilité, pendant l'expérience (*i.e.* en "temps réel"),

de saisir des messages spécifiques pour répondre aux questions non prévues des sujets. Le code HTML correspondant est généré automatiquement, envoyé au sujet et visualisé sur son navigateur.

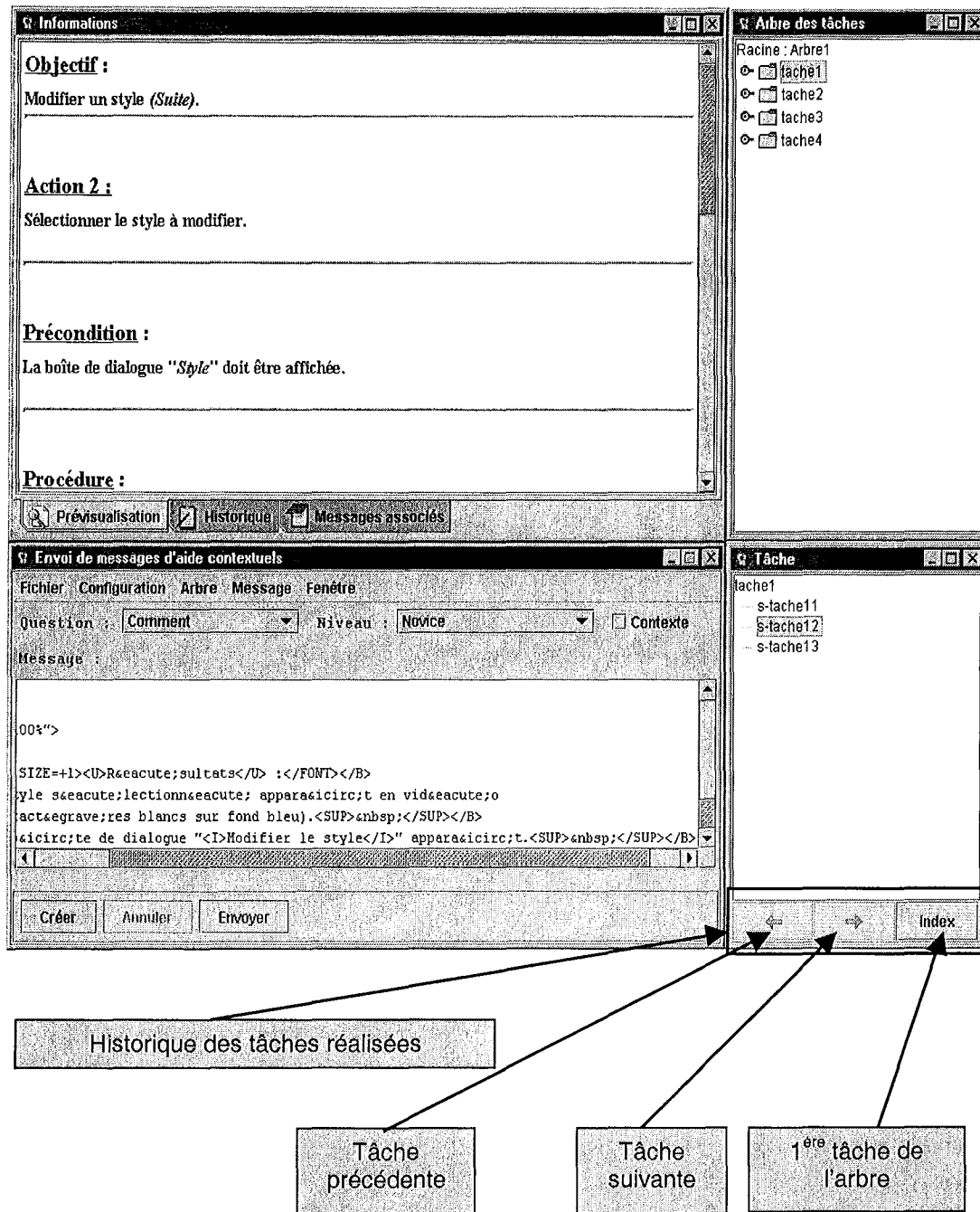


Figure 39 : L'interface compère permettant la gestion et l'activation des messages au cours de l'expérience.

3.2.2. Marquage de l'arbre des tâches

En fonction des actions effectuées par les sujets, le compère peut marquer les différents nœuds de l'arbre pour indiquer si la tâche est accomplie avec succès ou si le sujet a échoué. Ces données sont exploitées pour évaluer le niveau de compétence de l'utilisateur pour la réalisation de toute tâche du groupe de tâches dont fait partie la tâche courante.

Ce marquage permet également de conserver la trace des différents succès et échecs de l'utilisateur afin d'évaluer ses performances globales lors du dépouillement et de l'analyse des données expérimentales.

3.2.3. Génération des historiques

L'historique peut conserver la trace de diverses informations en fonction des besoins courants de l'expérience. Cet historique peut contenir soit des informations sur les actions des sujets, par l'intermédiaire du marquage de l'arbre des tâches, soit une trace de l'interaction avec le système d'aide : type de question, tâche courante, etc.

Au minimum, la trace de l'envoi de tout message est conservée dans un historique qui comprend :

- les informations générales (date, heure de début et de fin de la passation, identification du sujet) ;
- pour chaque message :
 - la tâche en cours d'exécution,
 - l'identification du message,
 - le type de la question auquel il répond,
 - le niveau du message.

Au cours de l'expérience détaillée et commentée dans le chapitre suivant (chapitre 8) l'analyse des performances des sujets et l'étude des effets des deux stratégies d'aide sur leur comportement et leurs performances sont basées sur l'analyse de cet historique des interactions.

| Numéro du sujet : 1 | | Date : 12/06/2001 | Heure de début : 09h39mn57s | |
|---------------------|------------------------|---------------------------|-----------------------------|--------|
| Sujet 01 | | Heure de fin : 10h23mn03s | | |
| Heure : | Tâche : | Message : | Question : | Niveau |
| 09h43mn33s | Généraux | Vide | Comment | Novice |
| 09h47mn50s | T05 - Insérer un titre | Gen-InsérerLignesBlanches | Comment | Novice |
| 09h48mn50s | T05 - Insérer un titre | Gen-InsérerLignesBlanches | Comment | Novice |
| 09h50mn12s | T05 - Insérer un titre | Gen-InsérerLignesBlanches | Comment | Novice |
| 09h52mn13s | Généraux | Vide | Comment | Novice |
| 09h52mn47s | T06 - Appliquer style | Gen-AppliquerStyle | Comment | Novice |
| 09h53mn46s | T01 - Afficher caracs | Gen-Afficher les marques | Comment | Novice |

Figure 40 : Extrait d'un fichier de sauvegarde données expérimentales. Cet exemple est tiré des données issues de l'expérience présentée au chapitre 8.

4. Conclusion

Notre objectif était de concevoir un outil logiciel d'assistance à la conception d'expérience en vue d'évaluer diverses stratégies et formes d'aide, contextuelles ou non.

La conception de cet outil s'est fondée sur un formalisme de représentation des connaissances nécessaires à la réalisation d'une tâche donnée, simple mais suffisant, celui proposé par le modèle GOMS. La représentation de ces connaissances sous une forme arborescente hiérarchique permet, à moindre coût, de prendre en compte les caractéristiques locales de l'interaction (le contexte représenté majoritairement par l'état de réalisation de la tâche, i.e. la position relative dans l'arbre des tâches). A partir de cette décomposition hiérarchique des connaissances, on peut connaître les besoins en information des sujets et générer des messages d'aide adaptés à ces besoins et aux variables locales testées (type d'aide proposée : aide active ou aide passive, aide statique ou aide dynamique variant en fonction du niveau du sujet, contenu des messages contextuels ou non, etc.).

Enfin, la présence d'un compère au cours de l'expérience permet de simuler à moindre coût nombre de comportements intelligents du système tout en les contrôlant rigoureusement afin de permettre de mieux comprendre leur influence possible sur les performances d'utilisateurs potentiels.

Cet outil est générique dans la mesure où il suffit de lui donner en entrée, grâce à l'éditeur destiné au concepteur, les connaissances spécifiques à l'application et aux tâches choisies (cf. l'arbre des tâches et l'étiquetage de ses nœuds par les messages choisis). D'autre part, c'est un outil efficace d'assistance au compère dont il simplifie l'activité tout en la contrôlant afin d'assurer une mise en œuvre rigoureuse du protocole expérimental, grâce à l'interface compère. Grâce à cet outil générique d'assistance au concepteur et au compère, il est donc possible d'envisager la conception de plusieurs expériences permettant d'évaluer l'efficacité de stratégies d'aide, contextuelles ou non, de façon simple.

Ce logiciel a été utilisé pour réaliser une expérience permettant d'évaluer l'impact des stratégies de présentation contextuelle d'informations d'aide procédurales utilisées par les experts humains, telles qu'elles ressortent de l'analyse du corpus de dialogues du GEDIC.

Nous présentons le protocole expérimental utilisé au chapitre suivant, ainsi qu'une analyse des résultats obtenus.

Chapitre 8

Evaluation expérimentale de stratégies d'aide d'experts humains :

Mise en œuvre et résultats

Nous avons décrit, dans le chapitre 6, les principales stratégies d'aide utilisées par les experts humains, telles qu'elles ressortent de l'analyse d'un corpus de dialogues expert-novice.

Cette étude a montré que, nonobstant les caractéristiques inter-individuelles des sujets, les experts emploient spontanément des stratégies d'aide identiques, pour l'ensemble des sujets et dans les deux situations expérimentales étudiées, avec et sans écran partagé.

Nous présentons dans ce chapitre une étude expérimentale qui a pour but d'évaluer l'utilisation des stratégies d'aide expertes mises en évidence par l'analyse du corpus et présentées dans le chapitre 6, dans une situation d'interaction homme-machine simulée.

1. Objectif et conception de l'étude expérimentale

1.1. Objectif

Cette étude expérimentale a pour objectif de mesurer l'apport de stratégies d'aide en ligne exploitant les informations contextuelles disponibles pendant l'interaction, telles qu'elles sont utilisées par les experts humains. Ces informations contextuelles incluent notamment l'*Etat de réalisation de la tâche*, qui constitue pour les experts humains, un indice primordial dans leur gestion de l'aide (cf. Chapitre 6). Sur la base de la connaissance de cette information les experts humains sont à même d'ancrer l'aide dans l'activité des sujets et de proposer une information adaptée à leurs besoins courants.

Dans le but d'évaluer l'impact spécifique de ces stratégies de présentation par rapport à des stratégies d'aide statiques non contextuelles, nous avons mis en place une expérience visant à effectuer la comparaison de ces deux types de présentation des informations d'aide.

Un premier système d'aide, non contextuel, aura pour objectif de fournir aux sujets, à leur demande, les informations portant sur les procédures de réalisation des tâches, sans tenir compte de l'état d'avancement de la tâche considérée.

Un second système, inspiré des stratégies d'aide des experts humains, adoptera un procédé de présentation pas à pas, adapté à l'avancée de la réalisation de la tâche par le sujet.

Afin d'éviter de voir les résultats influencés par les caractéristiques interindividuelles des sujets, non les avons séparés en deux groupes distincts. Chaque sujet utilisera successivement les deux types de systèmes d'aide dans un ordre dépendant de son groupe (Groupe 1 : système non contextuel puis système contextuel ; Groupe 2 : système contextuel puis système non contextuel). Le protocole expérimental est détaillé dans la section 2 de ce chapitre.

1.2. Conception des messages

1.2.1. Elaboration des messages d'aide – Expérience 2001

L'évaluation des stratégies d'aide a été réalisée grâce à la comparaison entre une situation expérimentale d'aide en ligne contextuelle et une situation de référence mettant en jeu un système d'aide ne tenant pas compte des données contextuelles liées à l'interaction. Nous avons donc défini deux formats standards de messages : un format utilisé lors de la conception de messages non contextuels et un format adapté aux exigences des stratégies d'aide contextuelles.

1.2.2. Forme des instructions non contextuelles

Les messages non contextuels sont les plus simples à réaliser puisqu'ils ne sont pas contraints par des modalités expérimentales particulières. Dans le cadre du protocole expérimental que nous avons mis en place, les messages d'aide contenaient uniquement des informations procédurales. Pour leur constitution nous avons tenu compte de l'ordre dans lequel les actions constitutives d'une procédure doivent être exécutées et de l'influence des modalités de présentation des informations.

1.2.2.1. Influence de l'ordre d'exécution

La forme des instructions est un facteur primordial dans l'élaboration d'instructions procédurales. Elle peut conduire dans certains cas les utilisateurs à effectuer un recodage de l'instruction initiale, ce qui peut représenter un coût cognitif supplémentaire important (Wright, 1996). Par exemple, une instruction du type "Composez votre code après avoir inséré votre carte" sera plus facile à exécuter si elle est présentée comme suit : "Insérer la carte puis composer le code".

Le passage de la lecture des instructions à l'exécution de l'action est donc facilité si l'ordre de présentation de l'instruction correspond à l'ordre d'exécution (*use-order principle*, (Dixon, 1982 ; Smith et Spoehr, 1985).

1.2.2.2. Modalités de présentation de l'information

Plusieurs études rendent compte de la contribution individuelle et conjointe du texte et des illustrations à l'apprentissage et/ou à la réalisation de procédures (Kieras et Bovair, 1984 ; Glenberg et Langston, 1992 ; Morrell et Park, 1993). La plupart d'entre elles indiquent que, comparativement aux formats texte seul ou illustration seule, les formats mixtes induisent de meilleures performances qui se traduisent en général par des temps de réalisation inférieurs et une précision accrue (i.e. un nombre d'erreurs moins élevé). Il ressort également de ces études que texte et illustration conduisent à des performances différentes lorsque chacun de ces formats est utilisé seul.

Les illustrations sont mieux adaptées à la représentation d'informations spatiales : il est plus facile de représenter graphiquement les relations spatiales entre les objets que de les décrire par du texte (Bieger et Glock, 1985). Elles s'avèrent notamment précieuses, dans le cadre de l'utilisation d'un logiciel doté d'une interface graphique, pour localiser les icônes symbolisant les différentes commandes accessibles.

Pour concevoir les messages d'aide présentant une information procédurale il apparaît donc que les informations doivent :

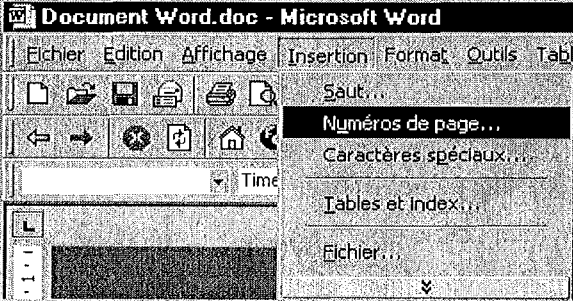
1. respecter la séquence d'exécution des commandes ;
2. offrir un support graphique facilitant la compréhension et l'utilisation des informations spatiales.

1.2.2.3. Format des messages

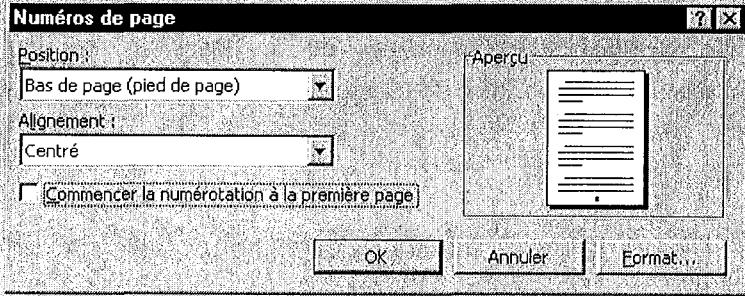
Les fichiers de messages ont tous été générés au format HTML en raison des potentialités de multimodalité et des qualités de portabilité de ce standard.

Numéroter les pages d'un document :

1. Dans la barre des menus, cliquez sur le menu "Insertion".
2. Dans ce menu, sélectionnez l'item "Numéros de page".



3. Dans la boîte de dialogue "Numéros de page...", spécifiez les options de votre choix.



4. Validez la sélection en cliquant sur "OK".

Figure 41 : Exemple de message d'aide non contextuel.

Les messages d'aide non contextuels sont conçus comme une suite d'instructions élémentaires numérotées dont l'ordre de présentation coïncide avec la séquence d'exécution des actions. Les informations spatiales sont données sous forme graphique ; c'est le cas, par exemple, des différents objets graphiques de l'interface à utiliser pour réaliser la tâche "Numéroter les pages d'un document"(cf. Figure 41).

Cette condition de référence ne tenant pas compte des données contextuelles, la dimension stratégique liée au degré de précision de l'information fournie à un instant donné n'a pas à être prise en compte ici. Les messages ainsi composés seront donc associés aux nœuds racines de chacune des tâches de l'arbre des tâches. La Figure 41 présente un exemple de message procédural non contextuel utilisé au cours de l'expérience.

L'ensemble des messages ont sciemment été rédigés selon une approche orientée tâche plutôt que selon les approches généralement utilisées par les logiciels grand public. On pourra ainsi comparer effectivement l'impact des stratégies contextuelles sur les performances des sujets, sans que le contenu ou la forme générale du message ne constitue une variable expérimentale à prendre en compte en tant que telle.

1.2.3. Forme des instructions contextuelles

Le discours procédural est en général ambigu, vague et fragmentaire. L'utilisateur doit donc se livrer à une activité inférentielle pour élaborer les informations utiles à partir des informations présentes dans les instructions, de l'état du logiciel et de ses propres connaissances (Richard, 1990 ; Richard, 1995). Ces inférences doivent permettre :

- la résolution des ambiguïtés et des incohérences ;
- la sélection des informations essentielles ;
- la sélection des actions facilitant l'atteinte de l'objectif.

Les stratégies employées par les experts humains en situation d'interaction homme-machine permettent de réduire au maximum cette activité inférentielle des sujets, inhérente à l'utilisation de documents procéduraux.

1.2.3.1. Format des messages

Cependant, étant donnée la complexité des systèmes informatiques, la correction d'éventuelles erreurs est une dimension primordiale de l'aide. Il faut donc également fournir aux sujets les informations permettant d'effectuer l'évaluation de leurs actions et éventuellement la correction de leurs erreurs.

Dans ce but, les experts humains exploitent des patterns correspondant à une séquence Information-Instruction-Evaluation.

1.2.3.2 Découpage linéaire des instructions

Pour reproduire ces patterns exploités par les experts humains, les procédures permettant la réalisation des objectifs sont séquencées en sous-tâches auxquelles sont associés des messages procéduraux décrivant la réalisation de l'étape courante (i.e. *sous-tâche* courante).

On génère ainsi un ensemble de messages procéduraux précis associés aux nœuds correspondants de l'arbre des tâches. Ces messages seront activés par le compère à la demande des sujets. On peut ainsi proposer une information procédurale contextuelle tenant compte de l'état courant de réalisation de la tâche.

Cette approche visant à présenter les informations procédurales au moment où les sujets doivent accomplir la réalisation de l'action correspondante s'accorde avec plusieurs études ayant permis d'établir que les utilisateurs obtiennent de meilleures performances lorsqu'ils n'ont pas à mémoriser la séquence d'instructions avant d'accomplir les actions qui assurent sa réalisation (Dixon, 1982 ; Smith et Spoehr, 1985).

1.2.3.3 L'information organisatrice

De nombreuses études soulignent l'influence de la présence d'une information organisatrice dans la compréhension d'instructions et l'exécution des actions correspondantes. Les instructions s'avèrent plus efficaces si une information sur le but ou le résultat attendu est signalée clairement et présentée suffisamment tôt dans les instructions. Chaque message contextuel présente donc un champ *Objectif* qui précise le but courant (la *tâche*) et un champ *Action* qui précise la contribution de la sous-tâche courante à la réalisation de l'objectif visé (la *sous-tâche*).

1.2.3.4. L'information de planification

Les séquences *Informer* sont exploitées par les experts pour permettre une planification des tâches. Cette information est partiellement contenue dans les champs *Objectif* et *Action* puisque ceux-ci définissent l'objectif courant en termes de tâches, ainsi que l'étape de réalisation à effectuer. Cependant, pour effectuer la planification, les utilisateurs doivent également être à même de vérifier le respect des préconditions nécessaires à la réalisation de l'étape courante, faute de quoi on risque de les induire en erreur.

Dans ce but, un champ *Précondition* a été intégré à la structure des messages. Ce champ décrit l'ensemble des préalables nécessaires à la réalisation de l'étape courante.

1.2.3.5 L'information de réalisation

L'information procédurale présentée détaille la procédure de réalisation de l'étape courante. Pour faciliter le respect de l'ordre d'exécution, les informations sur la réalisation des actions sont présentées point par point, selon l'ordre dans lequel elles doivent être exécutées.

Les différents champs de ces messages contextuels sont constitués et présentés de la même manière que ceux des messages non contextuels décrits dans la partie 1.2.2. Ils intègrent des modalités textuelles (explication des actions) et des modalités graphiques (localisation/désignation des objets graphiques).

1.2.3.6. L'information d'évaluation

Pour que les sujets puissent avoir la possibilité d'évaluer eux-mêmes les effets de leurs actions dans le but d'identifier et de corriger d'éventuelles erreurs, un champ Résultat a été ajouté aux messages. Il contient des informations portant sur les effets attendus des actions décrites dans le champ *Procédure*.

La Figure 42 propose un exemple de message contextuel présentant ces cinq champs informatifs.

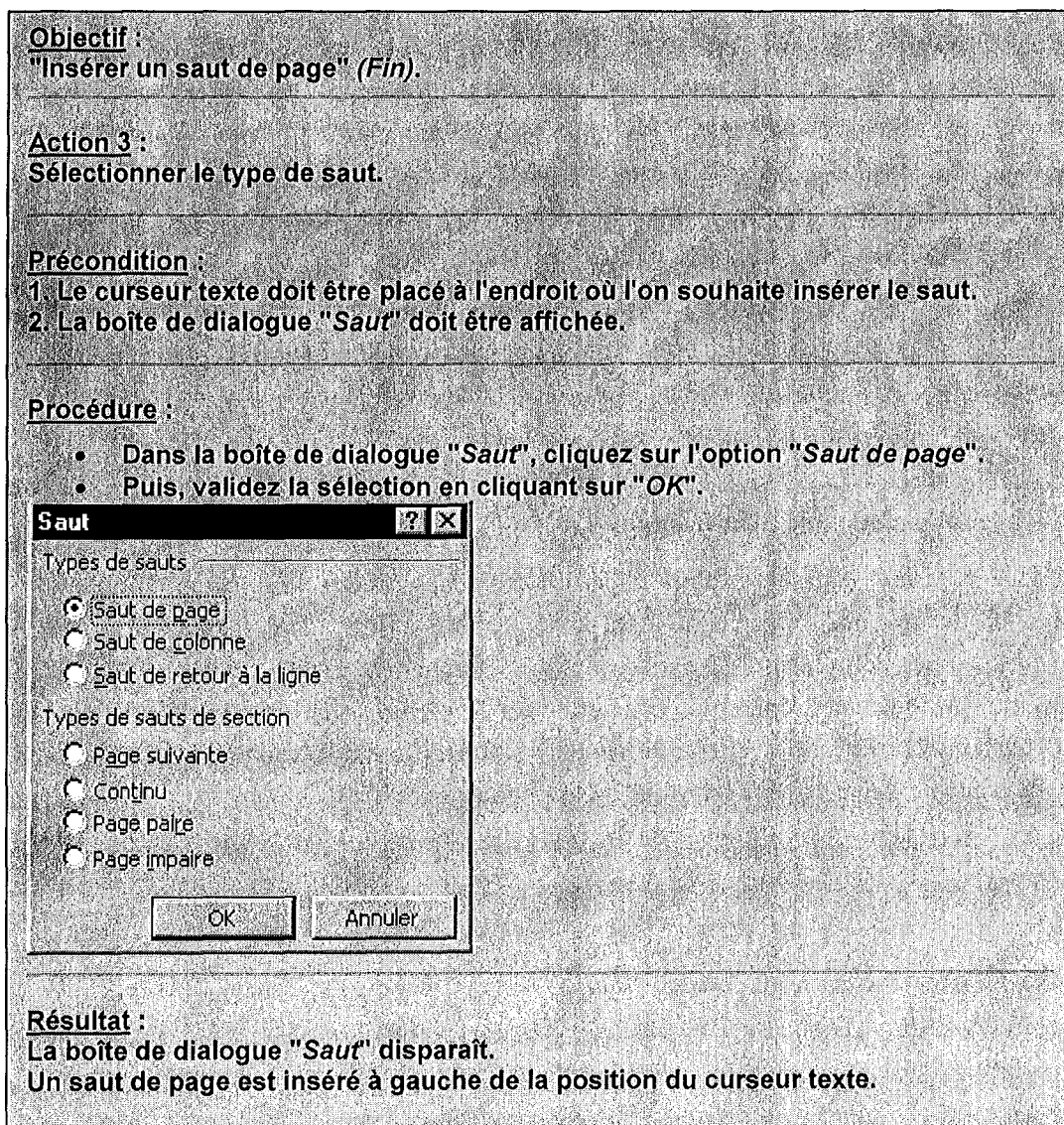


Figure 42 : Exemple de message contextuel ; tâche "Insérer un saut de page", sous-tâche "Sélectionner le type de saut".

2. Protocole expérimental

La conception du protocole expérimental s'est déroulée en cinq étapes distinctes, chacune visant à définir le rôle (variable libre ou liée/contrôlée) de chacune des variables expérimentales dont l'étude pouvait être envisagée. Nous présentons ici ces cinq étapes dans l'ordre chronologique de leur réalisation.

2.1. Etape 1 : Sélection des sujets

2.1.1. Critères de sélection des sujets

De nombreuses études se sont intéressées à l'influence des connaissances antérieures et des profils cognitifs des « apprenants » dans les situations d'apprentissage. Bien que l'aide à l'utilisateur se démarque des situations d'apprentissage à proprement parler, nous ne pouvons pas ignorer l'influence des caractéristiques individuelles des utilisateurs. C'est pourquoi le choix des sujets soulève un problème important.

2.1.1.1. Variables inter-individuelles

On retient en général, dans le domaine de l'interaction homme-machine, les groupes de caractéristiques inter-individuelles suivants (Waern, 1989) :

- les connaissances ;
- les styles d'apprentissage et les styles cognitifs ;
- les facteurs de personnalité.

Connaissances de l'utilisateur

Les connaissances individuelles représentent un facteur primordial lors de l'utilisation de systèmes informatiques. Différents types de connaissances sont utilisés lors d'une interaction homme-machine : connaissance de la tâche à accomplir (compétences de mise en page et typographie pour l'utilisation d'un logiciel de traitement de texte, par exemple), connaissance du système en soi (par exemple : connaissance des systèmes informatiques et/ou des langages de programmation) et connaissance du système en tant qu'outil permettant la réalisation d'une tâche, c'est-à-dire connaissance des fonctionnalités du logiciel et de leur mode d'utilisation.

La notion de réseau sémantique de connaissances conduit à proposer une définition large des connaissances engagées dans la réalisation d'une tâche (Richard, 1986). Cette notion tient compte de l'ensemble des transferts de connaissances réalisés par les utilisateurs, à partir d'expériences antérieures variées, pour accomplir une tâche dans une situation donnée.

Styles cognitifs et styles d'apprentissage des utilisateurs

Les styles cognitifs sont des variables différentielles, issues de la psychologie expérimentale, qui décrivent certaines modalités de fonctionnement cognitif individuel. Ils permettent de comprendre la cohérence de certaines conduites et de certains aspects de la personnalité.

Un style cognitif correspond à la façon particulière qu'a chaque individu de sélectionner et de traiter les informations. Le concept de style cognitif est issu de travaux de recherche menés sur la perception. Ces travaux ont conduit les chercheurs à s'intéresser au rôle que joue la personnalité dans la perception et à adopter une perspective différentielle. Dans ce sens, on parle de style cognitif pour englober à la fois les activités perceptuelles et intellectuelles. La dépendance à l'égard du champ, par exemple, reliée aux capacités visuo-spatiales, affecte la façon dont un individu structure et traite l'information (Witkin, Dijk et al., 1962 ; Huteau, 1979).

Outre le domaine de la perception, d'autres style cognitifs ont été mis en évidence à partir de la mémoire, de la formation des concepts et de la prise de décision. La littérature en recense plus de 19 (Ausburn et Ausburn, 1978). Le style cognitif qui a fait l'objet des études et des publications les plus nombreuses et la dépendance-indépendance à l'égard du champ (DIC), notamment dans le domaine de l'interaction homme-machine (Witkin, Dijk et al., 1962 ; Robertson, 1985 ; Waern, 1989 ; Dufresne et Turcotte, 1997).

Les styles cognitifs exercent en effet une influence de fond qui organise et contrôle le comportement dans une large diversité de situations (Messick, 1976). Ces caractéristiques inter-individuelles ont une influence sur les performances des utilisateurs qui varient en fonction des situations d'interaction et des tâches à réaliser. L'influence exercée par ces caractéristiques cognitives varie également en fonction de l'expérience de l'utilisateur : avec la pratique, les caractéristiques cognitives telles que les styles d'apprentissage et les facteurs de personnalité deviennent moins prégnantes (Muyjlwjk, Veer et al., 1983).

2.1.1.2. Stabilité des caractéristiques inter-individuelles

On peut proposer de classer ces groupes de caractéristiques par ordre croissant de stabilité, les caractéristiques les plus stables étant celles qui subissent le moins l'influence de la pratique et de l'expérience. Van Muyljick et al. proposent le classement suivant (Muyjlwjk, Veer et al., 1983) :

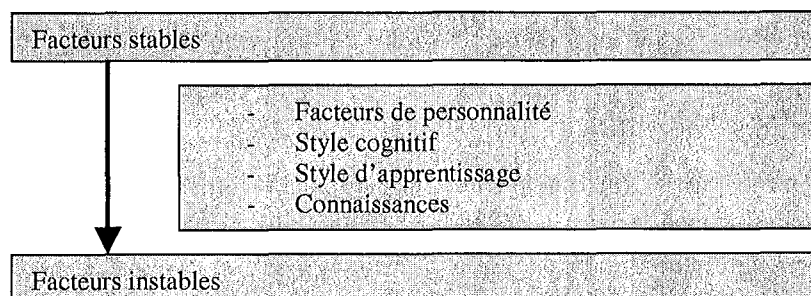


Figure 43 : Classement par ordre croissant de stabilité des caractéristiques interindividuelles ; d'après (Muyjlwjk, Veer et al., 1983).

Afin de pouvoir caractériser l'influence exercée par les caractéristiques cognitives individuelles des sujets retenus sur les stratégies d'aide testées, nous avons effectué dans un premier temps une sélection des sujets en fonction de leurs connaissances relatives au domaine d'application que nous avons retenu : les logiciels de la suite bureautique de Microsoft Word.

Leur profil cognitif individuel a ensuite été évalué sur la base de deux test psychologiques :

- le test des figures encastrées (GEFT : Global Embedded Figures Test), élaboré par Witkin (Witkin, 1965)
- le test de lois de séries (BLS 4, élaboré par Bonnardel) (Bonnardel, 1970) ; voir. paragraphe 2.2.

2.1.2. Profils des sujets

Afin de pouvoir évaluer les stratégies contextuelles testées, nous devons mesurer, parmi d'autres variables, les performances des utilisateurs lors de l'expérience. Afin d'éviter que la diversité des connaissances individuelles ne compromette la mesure de cette variable liée à l'influence des stratégies d'aide, nous avons choisi de mener notre expérience sur un échantillon d'utilisateurs présentant une homogénéité, du point de vue des connaissances individuelles liées à la tâche, la plus forte possible.

Dans cet objectif, nous avons choisi de recruter les sujets dans un échantillon de population qui puisse présenter ces propriétés d'homogénéité. En conséquence, les 16 sujets qui ont été sélectionnés pour prendre part à notre expérience sont tous issus d'une même promotion du DEUG Nature et Vie de l'Université Henri Poincaré Nancy 1 (promotion 2000-2001). Ces étudiants ont tous bénéficié d'une formation identique à l'utilisation du logiciel de calcul Excel de Microsoft au cours de l'année universitaire 2000-2001. Nous avons sélectionné, au sein de cette population, les étudiants dont les connaissances en bureautique et en informatique se limitaient à celles acquises grâce à cette formation (voir le paragraphe suivant).

2.1.2.1. Questionnaires préliminaires de sélection

Les sujets volontaires ont d'abord rempli un questionnaire visant à nous permettre de connaître, en première approximation, leurs connaissances antérieures en bureautique et informatique. C'est sur la base des réponses à ce questionnaire, donné en annexe (annexe 1), qu'ont été sélectionnés les participants à l'expérience.

Notre étude ayant pour objectif l'évaluation de stratégies d'aide à l'utilisation d'un produit informatique, elle ne prend pas en compte la problématique liée à l'acquisition des compétences de base concernant la manipulation des périphériques physiques d'entrée (essentiellement le clavier et la souris pour la sélection des objets et le positionnement du curseur, le 'drag-and-drop' pour leur déplacement, etc.).

Nous faisons l'hypothèse que les sujets retenus, suite à leur formation initiale, ont tous acquis à la fois la maîtrise de ces techniques d'interaction ainsi que la compréhension de leur sémantique.

2.2. Etape 2 : Caractérisation des styles cognitifs des sujets

Afin d'évaluer l'influence de ces caractéristiques individuelles sur la contribution des informations contextuelles à l'efficacité de l'aide, en terme d'efficacité de l'interaction, ainsi que sur la qualité de l'apprentissage induit par de telles stratégies, nous avons établi le profil cognitif des sujets selon deux dimensions :

- dépendance/indépendance à l'égard du champ ;
- facteur d'intelligence général (potentiel intellectuel P.I., facteur g).

Deux tests de psychologie générale ont été retenus pour évaluer ces caractéristiques individuelles : le test BLS 4, mesurant le facteur d'intelligence générale (Bonnardel, 1970 ; Thiébaud, 2001), ainsi que le test GEFT, mesurant la dépendance à l'égard du champ (Witkin, 1965 ; Witkin, Oltman et al., 1971 ; Oltman, Raskin et al., 1978).

2.2.1. Les tests psychologiques

2.2.1.1. Le test des figures encastrées

Le test des figures encastrées, forme collective ou GEFT (Group Embedded Figures Test) est une épreuve perceptive qui mesure la dépendance-indépendance à l'égard du champ (DIC). Il permet de distinguer les individus selon leur capacité à percevoir un élément en le séparant de son contexte et à adopter une attitude analytique dans la résolution de problèmes (Huteau, 1979).

La DIC correspond à la capacité d'un sujet de dissocier un élément de son contexte et de le réutiliser dans un contexte différent. Certains sujets y parviennent plus difficilement que d'autres : ces sujets sont dits « dépendants du champ » (DC). D'autres y parviennent plus aisément : ces sujets sont dits « indépendants à l'égard du champ » (IC).

Dans un mode de perception dépendant du champ, la perception est fortement dominée par l'organisation générale du champ et les parties de ce champ sont perçues comme confondues. Dans un mode indépendant du champ, les parties sont perçues comme abstraites, séparées du fond organisé. Cependant, la DIC est un continuum sur lequel les individus se répartissent de façon différentielle. Ce n'est que pour la commodité de langage ou pour caractériser des groupes expérimentaux que l'on utilise cette dichotomie.

Chaque pôle de la dimension DIC a une valeur adaptative qui ne peut être appréciée que par rapport à des dimensions spécifiques. Dans certaines situations, les sujets les plus adaptés se

situeront à un pôle de la dimension ; dans d'autres circonstances, les plus adaptés seront ceux qui se trouveront à l'autre pôle.

DIC et interaction homme machine

La capacité, pour un individu, de percevoir une partie du champ séparée de la totalité du champ environnant est fortement liée à la capacité de discrimination dans les épreuves non perceptives de résolution de problèmes.

Ainsi, les personnes qui ont des difficultés à percevoir les figures simples dans les motifs complexes du GEFT ont aussi tendance à réussir moins bien la catégorie de problèmes qui demande d'isoler un élément du contexte dans lequel il se trouve, pour l'utiliser dans un contexte différent.

Dans le domaine de l'interaction homme-machine, cette capacité a été reliée aux styles de navigation d'utilisateurs de systèmes informatiques et aux compétences qu'ils développent. On a notamment montré que les utilisateurs dépendants du champ tendent à développer des compétences moins larges que les utilisateurs indépendants du champ (Coventry, 1989). Ces résultats sont à relier aux stratégies d'exploration exploitées par ces deux groupes. Les sujets indépendants du champ, contrairement aux sujets dépendants du champ, tendent en effet à privilégier l'exploration. Leur comportement moins exploratoire conduit les utilisateurs dépendants du champ à montrer une tendance à suivre plus efficacement des procédures d'instruction linéaires (Dufresne et Turcotte, 1997).

On peut supposer que cette dimension cognitive ait un rôle à jouer dans la situation qui nous intéresse, la situation d'aide mettant en jeu les capacités des sujets à suivre les instructions fournies par le système d'aide. Dans ce contexte, les sujets ont à appréhender des informations et à les réutiliser dans des situations similaires, ou non, à la situation d'origine.

Passation du test GEFT

Le test GEFT dure environ 15 minutes. Les notes sont étalonnées de 0 à 20. Une note plus élevée à ce test indique une moins grande dépendance à l'égard du champ.

Les épreuves consistent à réussir à isoler, au sein de plusieurs figures simples ou complexes, des formes géométriques particulières.

2.2.1.2. Le test BLS 4

Le test BLS4 est un test d'intelligence qui mesure un facteur d'intelligence général.

La facteur g : facteur d'intelligence générale

Bien que les théories de l'intelligence aient évolué au cours des dernières années, les tests utilisés le plus souvent véhiculent une conception classique de l'intelligence. Cette conception définit l'intelligence comme pouvant être caractérisée par un seul facteur général,

le facteur g ; ce facteur général mesure une capacité d'intelligence générale impliquée dans tous les aspects cognitifs (Spearman, 1927).

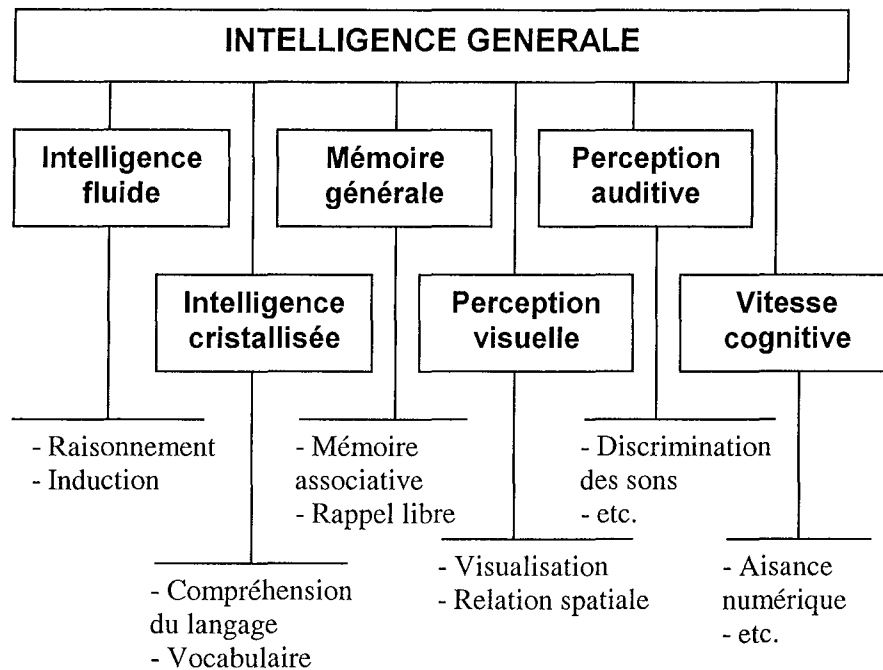


Figure 44 : Structure des aptitudes cognitives, d'après (Spearman, 1927 ; Carroll, 1993).

La connaissance de ce facteur d'intelligence générale nous permet de déterminer l'influence des capacités cognitives individuelles sur les performances des sujets en fonction du type d'aide utilisé (contextuel ou non contextuel). On peut ainsi savoir si les stratégies d'aide testées sont plus ou moins bien adaptées à un ensemble plus vaste d'utilisateurs : une plus grande influence du facteur d'intelligence dans les performances observées sanctionnant une moins grande adaptabilité des stratégies.

Passation du test BLS 4

Le test BLS 4 est un test de production. On présente au sujet une série de figures. Celui-ci doit compléter cette série en produisant sa réponse, plutôt qu'en la choisissant dans une sélection prédéfinie.

Le temps de passation du test est d'en moyenne une dizaine de minutes. Les notes obtenues à ce test sont étalonnées de 0 à 30. Une note plus élevée indique un facteur d'intelligence générale plus important.

2.3. Etape 3 : Evaluation des stratégies d'aide – L'expérimentation

Nous souhaitons évaluer l'influence de l'utilisation d'informations contextuelles en situation d'aide, sur l'interaction homme-machine, dans une double perspective :

- **Une perspective d'efficacité de l'aide à court terme** : L'objectif des systèmes d'aide est de permettre aux utilisateurs d'atteindre leurs objectifs (cf. chapitre 1). Afin d'évaluer la pertinence des stratégies testées expérimentalement, il est nécessaire d'étudier leur influence sur les performances des sujets *au cours* de la manipulation.
- **Une perspective d'apprentissage à moyen/long terme** : Les systèmes d'aide ont pour objectif second de permettre un apprentissage de l'utilisation du logiciel par la pratique. Pour déterminer cette influence, il est nécessaire d'évaluer l'*impact des stratégies testées sur les performances à moyen terme* des sujets, donc au cours d'une manipulation ultérieure.

2.3.1. Evaluation des stratégies d'aide : Mise en œuvre expérimentale

A la suite des tests psychologiques, il a été demandé aux sujets de réaliser un ensemble de tâches de traitement de texte sur un document déjà partiellement mis en page (le document d'origine est donné en annexe, annexe 3). Les documents papier remis aux sujets en début de séance comprenaient la liste des 18 tâches de mise en page demandées, ainsi que le texte à mettre en page dans sa forme initiale et dans la forme attendue (i.e., après exécution des 18 tâches). Ces documents sont reproduits en annexe (cf. les annexes 2, 3 et 4 respectivement).

2.3.1.1 Situation expérimentale

Le protocole expérimental est un protocole de type Magicien d'OZ. Les sujets sont invités à accomplir un certain nombre de tâches en interagissant avec un système dont les réactions sont pilotées à distance par un expérimentateur humain. On simule ainsi à moindre frais le comportement de systèmes intelligents en vue d'évaluer les réactions d'utilisateurs potentiels, sans pour autant avoir à implémenter complètement le système.

Dans la situation expérimentale retenue, l'interaction des utilisateurs est double. Ils interagissent d'une part avec une application informatique classique (le traitement de texte de Microsoft : Word 2000) et, d'autre part, avec le système d'aide expérimental. Le dispositif expérimental faisant intervenir à la fois des utilitaires développés sous Windows et sous Linux, ces deux applications ont été mises en œuvre sur deux machines (PC) différentes, communiquant entre elles via un réseau local (100Mbits).

En conséquence, les sujets disposaient d'un PC pour effectuer la mise en page du texte. Les messages d'aide générés sur un PC dans la salle des compères et transmis via le réseau local s'affichaient sous Netscape sur l'écran d'un second PC¹, comme le montre le schéma de la Figure 45.

¹ Le clavier du PC d'affichage des messages avait été retiré, la souris avait été laissée pour permettre aux sujets de faire défiler les messages dont la longueur excédait celle d'une page écran.

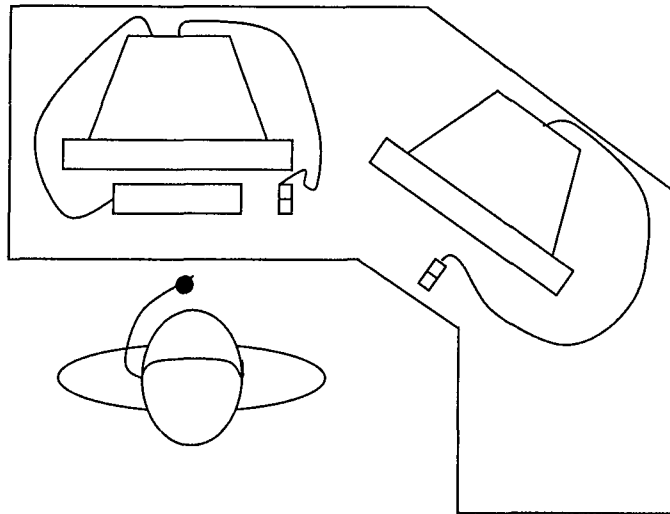


Figure 45 : Environnement de travail des sujets. Le terminal disposé devant les sujets servait à la tâche de mise en page. Le second terminal, disposant uniquement d'une souris était dévolu au système d'aide en ligne. Le micro casque était relié à ce terminal.

Le fait d'avoir à utiliser simultanément deux écrans et deux systèmes, donc de passer de l'un à l'autre entraîne évidemment un surcoût cognitif dont il faut tenir compte. L'analyse des résultats obtenus tient compte de cette spécificité de la situation expérimentale.

2.3.1.2. Consignes données aux sujets

Présentation de la situation expérimentale

L'expérience commençait par une explication concise de l'enjeu supposé de la manipulation. Celle-ci était sensée porter sur l'évaluation des réactions d'un système d'aide expérimental qu'il était possible d'interroger oralement. Afin d'éviter de 'stresser' les sujets, il leur était précisé que l'évaluation ne portait pas sur leurs performances, mais sur les réactions du système aux diverses situations rencontrées et surtout à leurs interrogations.

Une rapide familiarisation avec le dispositif expérimental suivait, explicitant notamment les modalités d'interaction avec l'aide. Ces indications précisaient aux sujets comment recourir à l'aide et faire défiler les messages en utilisant l'ascenseur du navigateur d'affichage. La présence de compères humains contrôlant les réactions du système d'aide ne leur a été révélée qu'à la fin de la passation du post-test.

Consignes

Le scénario consistait à demander aux sujets de mettre en page une fiche technique du film *Psychose* d'Alfred Hitchcock (le scénario est reproduit dans l'annexe 2). Le texte du document était déjà entièrement saisi et la mise en page partiellement réalisée, seules des modifications mineures du texte étaient demandées aux sujets. Les tâches leur étaient présentées sur un document papier, sous forme d'un scénario cohérent, présentant les opérations à effectuer dans un ordre de complexité croissante. Aucune consigne ne leur a été

donnée concernant l'ordre de réalisation des tâches. La plupart, cependant, ont respecté l'ordre proposé dans le document.

Le scénario proposait un ensemble de 18 tâches, allant des tâches élémentaires telles que souligner du texte, jusqu'à des tâches plus complexes, telles que modifier un style ou définir les options d'impression par défaut.

Il était demandé aux sujets d'éviter les stratégies d'exploration et d'essai-erreur, qui sont les stratégies classiques mises en place par les utilisateurs lorsqu'ils sont en difficulté, cela dans le but d'éviter le développement de comportements d'exploration sans intérêt dans le cadre de notre étude. Ils étaient invités, au contraire, à recourir autant que possible à l'aide pour résoudre une difficulté. Ils devaient faire appel oralement à l'aide en ligne au moyen du micro-casque mis à leur disposition. Les questions devaient porter sur la réalisation de la tâche en cours et leur formulation devait être la plus simple possible.

Cette consigne a été bien respectée par les sujets.

2.3.1.3. Simulation du système d'aide et enregistrement des données

Le dispositif des compères était situé dans une salle voisine de la salle sujets. Cela permettait aux compères de pouvoir intervenir rapidement en cas de problème technique.

Les compères étaient au nombre de deux : le premier avait pour rôle de piloter le système d'aide, c'est-à-dire d'activer les messages en réponse aux questions des sujets. Le second avait pour rôle de noter les actions des sujets sur une grille prévue à cet effet, afin de conserver une trace des stratégies mises en œuvre par ceux-ci pour effectuer les opérations d'édition et de mise en page imposées. Il était également chargé d'intervenir en cas de problème technique sur le dispositif des sujets.

Le dispositif des compères était organisé comme le montre la figure suivante.

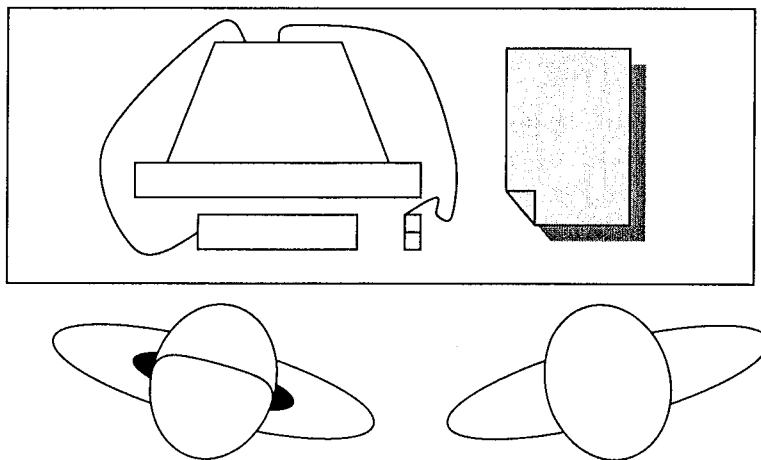


Figure 46 : Le dispositif des compères.

Consignes pour l'activation des messages

Les requêtes des sujets étaient, pour la plupart, simples et orientées tâche, c'est-à-dire que les demandes d'informations étaient axées sur les procédures de réalisation des tâches ; il s'agissait donc de demandes d'informations syntaxiques plutôt que sémantiques ou pragmatiques. La réaction à ces questions consistait, pour le compère, à activer le message de la base correspondant à la requête, en tenant compte ou pas du contexte de l'interaction (cf. les deux conditions).

Dans le contexte de la condition expérimentale, qui imposait la mise en œuvre de la stratégie d'aide contextuelle, le message contextuel activé devait correspondre à l'état courant de réalisation de la tâche. L'information procédurale proposée correspondait à l'étape de réalisation de la tâche qu'il fallait effectuer au moment où la demande d'aide se produisait.

Dans le contexte de la condition de référence, qui mettait en œuvre la stratégie d'aide classique non contextuelle, il suffisait d'activer le message d'aide générique au moment où la demande d'aide était formulée.

Enregistrement des données

Les données recueillies se présentent sous plusieurs formes :

- la trace de l'activité du compère-message, conservée dans une base de données qui indique :
 - l'heure de l'activation du message,
 - l'intitulé de la tâche correspondante,
 - l'intitulé du message ;
- la trace de l'activité des sujets, conservée sous la forme des notes prises par le second compère. Ces notes ont été retranscrites sous format électronique.
- les questions posées par les sujets, enregistrées sur support audio.

La durée de la passation de l'expérience a varié d'un sujet à l'autre, sa durée moyenne étant d'environ 45 minutes. L'exploitation des données enregistrées sera présentée plus loin.

2.4. Etape 4 : Questionnaires et entretiens

A l'issue de la session, il a été demandé à chaque sujet de répondre à un questionnaire portant sur l'évaluation des tâches à accomplir ; ce questionnaire est donné dans l'annexe 5. De plus, les sujets devaient remplir un questionnaire portant sur l'évaluation des deux systèmes d'aide utilisés (annexe 6).

Les sujets ont également participé à un entretien semi dirigé. Cet entretien avait pour but de nous permettre de recueillir un ensemble d'informations qualitatives sur les impressions des sujets au cours de l'expérience.

Les principaux points abordés portaient sur les préférences individuelles des sujets (système d'aide contextuel versus non contextuel), les problèmes spécifiques rencontrés par chacun d'eux dans la réalisation des tâches, ainsi que leurs impressions et suggestions éventuelles.

2.5. Etape 5 : Evaluation de l'apprentissage : le post-test

Le post-test avait pour but d'évaluer l'impact des deux stratégies d'aide expérimentées sur l'apprentissage à moyen terme. L'enjeu étant de savoir si l'exploitation des données contextuelles lors la mise en œuvre de l'aide à l'utilisateur permet :

- une meilleure mémorisation des informations d'aide ;
- la généralisation de l'information obtenue à des situations d'utilisation similaires à celles pour lesquelles l'aide a été proposée initialement.

Pour des raisons organisationnelles, la variable temps n'a pas pu être contrôlée pour cette phase de l'expérience. De sorte que l'intervalle séparant le test et le post-test varie de un à plusieurs jours selon les sujets.

Le post-test consistait à réaliser un ensemble de tâches similaires à celles proposées lors du test. Ces tâches devaient être réalisées en temps limité pour éviter que les sujets ne recourent à une approche de type essai-erreur au lieu de mettre en œuvre les compétences acquises lors de la première session. Les sujets disposaient d'un intervalle de temps maximum d'une demi-heure. Les tâches portaient sur la mise en page d'un texte similaire au texte mis en forme lors de la première expérience : une fiche technique du film 'Les oiseaux' d'Alfred Hitchcock (la liste des tâches à accomplir est donnée en annexe ; cf. l'annexe 7).

La trace de l'activité des sujets a été conservée de la même manière que lors du test : une grille de suivi de réalisation prévue à cet effet est annotée par un compère au fur et à mesure de la réalisation des tâches par les sujets. La durée totale de la réalisation des tâches est également notée. Dans cette phase d'expérimentation, le rôle du compère se limite à cette activité. Il ne fournit aucune aide aux sujets (sauf en cas de problème d'ordre technique) ; ceux-ci n'ont aucune possibilité d'accès à une quelconque aide en ligne à l'utilisation du logiciel Word.

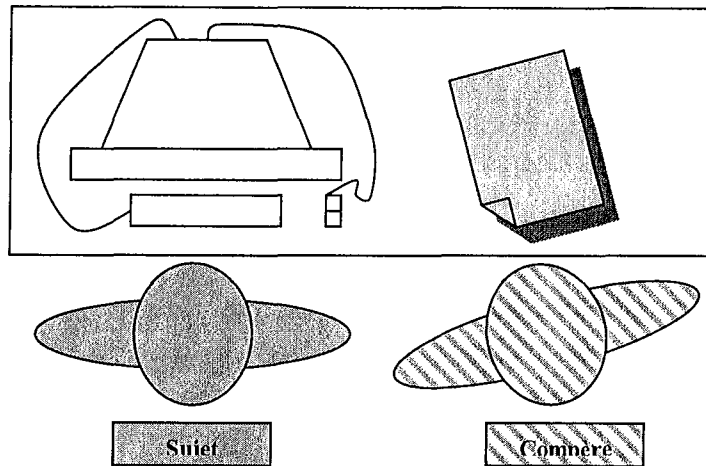


Figure 47 : Dispositif utilisé pour le post-test.

3. Exploitation et résultats

Nous présentons dans cette partie l'exploitation qui a été faite des résultats issus de l'expérience que nous avons réalisée. Nous abordons successivement cinq points.

Nous présentons dans un premier temps les critères que nous avons retenus pour évaluer les performances des sujets et connaître l'impact du type de stratégie d'aide sur les résultats obtenus par ceux-ci.

Dans le second temps de l'analyse, nous évaluons l'influence effective du type d'aide utilisé sur les performances des sujets.

Nous abordons ensuite successivement les trois points suivants :

- l'étude présentant l'influence du type de tâche sur l'efficacité des deux stratégies d'aide ;
- l'influence, sur l'efficacité de chaque type d'aide, des caractéristiques cognitives individuelles des sujets (styles cognitifs et connaissances des sujets).
- enfin, nous présentons les résultats issus de l'analyse des temps de réalisation des tâches par les sujets.

3.1. Critères d'évaluation

Un système d'aide à l'utilisateur a en premier lieu pour objectif de permettre aux utilisateurs d'atteindre leurs buts (i.e. de réaliser les objectifs qui motivent leur recours au logiciel). En second lieu, l'aide en ligne doit également leur permettre une utilisation optimale du système. Cet aspect, lié à l'apprentissage de la maîtrise du système par l'utilisateur, peut également être utilisé pour juger l'impact des stratégies d'aide employées sur l'apprentissage induit.

En ce sens, l'évaluation des stratégies d'aide testées dans cette situation expérimentale doit se faire en fonction, respectivement, du taux de réussite des sujets aux tâches demandées (critère de réalisation des objectifs) et des stratégies de réalisation des tâches employées (critère d'optimalité de l'utilisation du système et d'évaluation de l'apprentissage).

Les performances des sujets seront donc évaluées en fonction du taux de réussite observé et du taux de stratégies optimales employées lors de la réalisation des tâches.

3.1.1 Réussite

On a pu observer au cours des expériences de nombreux cas d'erreurs causées par une compréhension ou une représentation erronée de la tâche demandée. Dans le cas par exemple de la tâche n°12, qui consistait à ajouter un en-tête au document, plusieurs sujets ont inséré le texte d'en-tête en haut de chaque page du document. Du point de vue des sujets, cette réalisation était considérée comme une réussite. Cependant, dans la mesure où la tâche demandée n'a pas été réalisée, ces cas ont été comptabilisés comme des échecs de la part des sujets.

N'ont été notées comme *Réussite* que les tâches réalisées conformément aux prescriptions formulées dans les scénarios présentés aux sujets. Les solutions conduisant à des résultats autres que ceux demandés sont considérées comme des échecs.

On appellera par la suite taux de réussite intra-sujet (TRS) le pourcentage de tâches effectuées avec succès par un sujet donné.

On appellera taux de réussite intra-tâche (TRT), le pourcentage moyen de sujets à avoir réalisé avec succès une tâche donnée.

3.1.2. Stratégies

Lorsque la réalisation est réussie, nous avons introduit une distinction supplémentaire portant sur la stratégie mise en œuvre. On considère une stratégie de réalisation comme optimale lorsqu'elle exploite pleinement les fonctionnalités proposées par le système et lorsqu'elle est appliquée sans tâtonnements préliminaires.

Cette distinction est utile pour rendre compte des cas où, malgré leur recours à l'aide, les sujets éprouvent des difficultés à réaliser la tâche engagée. Ces difficultés se manifestent le plus souvent par des actions parasites qui traduisent une mise en œuvre des informations d'aide par le biais de stratégies de type essai-erreur.

De plus, on considère également comme sous-optimales les stratégies choisies par les sujets spontanément, lorsque celles-ci n'exploitent pas les possibilités offertes par le système, par exemple l'utilisation répétée de la touche de retour à la ligne pour réaliser un saut de page.

On appellera taux de stratégies optimales intra-sujet (TSS) le pourcentage de tâches accomplies par un sujet donné en utilisant une stratégie optimale de réalisation.

On appellera taux de stratégie optimale intra-tâche (TST) le pourcentage de sujets à avoir accompli une tâche donnés en utilisant une stratégie optimale.

3.2. Influence des stratégies d'aide

3.2.1. Influence de l'ordre de passation

Les 16 sujets volontaires ont été aléatoirement répartis en deux groupes. De la même manière, les différentes tâches ont été réparties en deux groupes, les 9 premières tâches étant associées à un système d'aide, et les 9 suivantes à l'autre système. De la sorte, chaque utilisateur a pu tester les deux systèmes d'aide, selon l'ordre suivant :

| | Groupe 1 | Groupe 2 |
|----------------|------------------------|------------------------|
| Tâches 1 à 9 | Système contextuel | Système non contextuel |
| Tâches 10 à 18 | Système non contextuel | Système contextuel |

Tableau 18 : Répartition des sujets en fonction des situations expérimentales.

Le premier groupe (*GROUPE 1*) a eu pour support d'aide d'abord le système contextuel (tâches 1 à 9) puis le système non contextuel (tâches 10 à 18).

Le second groupe (*GROUPE 2*) a eu pour support d'aide d'abord le système non contextuel (tâches 1 à 9) puis le système contextuel (tâches 10 à 18).

Les performances globales de chacun des groupes sont présentées ici.

| Groupe 1 | S1 | S3 | S6 | S8 | S10 | S12 | S14 | S18 |
|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Réussites (TRS) | 84% | 89% | 84% | 63% | 47% | 74% | 79% | 63% |
| Stratégies (TSS) | 58% | 63% | 68% | 42% | 32% | 37% | 37% | 47% |

| Groupe 2 | S2 | S5 | S7 | S9 | S11 | S13 | S15 | S17 |
|------------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Réussites (TRS) | 100% | 84% | 74% | 84% | 74% | 95% | 84% | 84% |
| Stratégies (TSS) | 79% | 63% | 53% | 42% | 37% | 95% | 84% | 53% |

Tableau 19 : Performances des sujets des Groupes 1 et 2. Sont donnés les pourcentages de tâches réussies au cours de l'expérience (Réussites), ainsi que les pourcentages de tâches ayant été réalisées selon une stratégie optimale (Stratégies).

La comparaison des deux groupes montre que les performances moyennes du groupe 2 (*TRS moyen* : 84,87% ; *TSS moyen* : 63,25%) sont meilleures que celles du groupe 1 (*TRS moyen* : 72,87% ; *TSS moyen* : 51,37%). Cependant, aucune corrélation statistiquement significative ne permet de lier ces différences à l'ordre d'utilisation des systèmes d'aide contextuel et non

contextuel. On peut donc considérer ces deux situations expérimentales comme équivalentes du point de vue des résultats obtenus.

3.2.2. Influence de la stratégie d'aide sur les performances des sujets

3.2.2.1. Définition des situations de référence

L'existence d'une influence du type de système d'aide sur les performances des sujets doit être vérifiée avant toute analyse approfondie des effets spécifiques potentiels des stratégies d'aide exploitées. Au cours de l'expérience, les sujets ont, à de nombreuses reprises, réalisé certaines tâches demandées sans faire appel au système d'aide, malgré les consignes qui leur ont été données (34% du nombre total de tâches entrent dans cette catégorie).

Ces tâches ont été regroupées pour créer un groupe de tâches de référence. On définit ainsi un groupe A, correspondant à une situation de référence *sans aide*.

La seconde situation de référence est la situation avec *aide contextuelle* (groupe B). On classe dans cette catégorie toutes les tâches qui ont été réalisées en utilisant le système d'aide contextuel. Ces tâches représentent 32% du nombre total de tâches réalisées. La situation avec *aide non contextuelle* représente pour sa part 34% des tâches (groupe C).

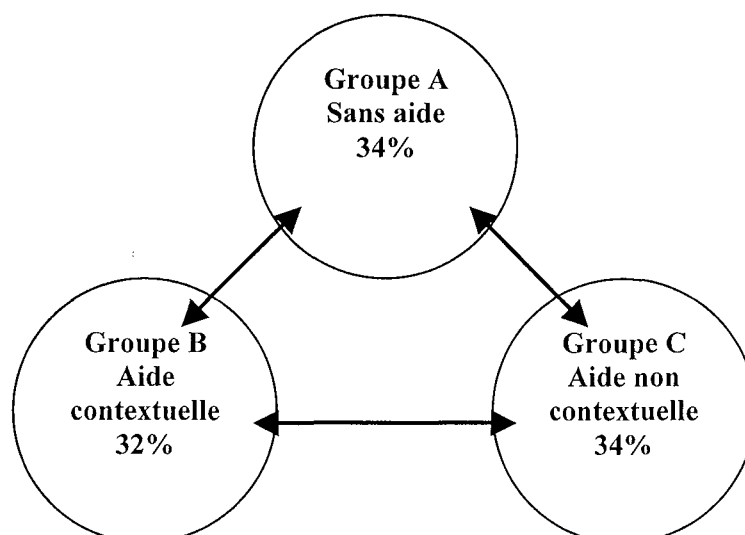


Figure 48 : Les trois groupes considérés pour l'analyse des performances des sujets.

Nous faisons une étude comparative de ces trois groupes en les considérant comme relevant de situations distinctes (cf. Figure 48).

Les pourcentages de réalisations *réussies* et, parmi celles-ci, les pourcentages de réalisations optimales sont présentés par tâche et par situation (cf. les situations A, B, C définies ci-dessus) dans le tableau suivant (Tableau 20).

| Réussites | | | | Stratégies | | | |
|-----------|------|------|------|------------|------|------|------|
| | A | B | C | | A | B | C |
| Tâche 1 | 50% | 100% | 100% | Tâche 1 | 50% | 83% | 83% |
| Tâche 2 | 17% | 100% | 40% | Tâche 2 | 0% | 60% | 20% |
| Tâche 3 | 50% | 100% | 100% | Tâche 3 | 0% | 50% | 50% |
| Tâche 4 | 50% | 100% | 60% | Tâche 4 | 0% | 71% | 40% |
| Tâche 5 | 100% | 100% | 100% | Tâche 5 | 40% | 50% | 29% |
| Tâche 6 | 100% | 100% | 83% | Tâche 6 | 67% | 100% | 83% |
| Tâche 7 | 100% | 100% | 100% | Tâche 7 | 88% | 100% | 83% |
| Tâche 8 | 83% | 100% | 100% | Tâche 8 | 83% | 100% | 83% |
| Tâche 9 | 100% | 100% | 100% | Tâche 9 | 100% | 100% | 80% |
| Tâche 10 | 67% | 100% | 100% | Tâche 10 | 50% | 50% | 100% |
| Tâche 11 | 100% | 86% | 75% | Tâche 11 | 80% | 57% | 75% |
| Tâche 12 | 67% | 83% | 100% | Tâche 12 | 0% | 17% | 43% |
| Tâche 13 | 29% | 100% | 100% | Tâche 13 | 29% | 40% | 75% |
| Tâche 14a | 0% | 83% | 50% | Tâche 14a | 0% | 33% | 50% |
| Tâche 14b | 43% | 100% | 100% | Tâche 14b | 43% | 67% | 50% |
| Tâche 15 | 30% | 0% | 20% | Tâche 15 | 10% | 0% | 20% |
| Tâche 16 | 0% | 100% | 100% | Tâche 16 | 0% | 100% | 100% |
| Tâche 17 | 50% | 100% | 100% | Tâche 17 | 0% | 50% | 50% |
| Tâche 18 | 25% | 100% | 14% | Tâche 18 | 25% | 100% | 0% |

Tableau 20 : Pourcentages de réussites et de réalisations optimales par tâche pour chacun des groupes A, B, C. Les valeurs données sont calculées par rapport aux effectifs respectifs de ces groupes (réussites) et par rapport au nombre de réussites dans chaque groupe (stratégies de réalisation optimales).

3.2.2.2. Comparaison des réussites des groupes A, B et C

Les performances moyennes de chaque groupe (valeur moyenne des performances obtenues sur l'ensemble des tâches pour un groupe) montrent que les deux situations présentant un accès à une aide en ligne ont conduit à de meilleures performances des sujets. En comparant les résultats de ces deux groupes (B et C) à la situation de référence A, on constate que les taux de réussite intra-tâche (TRT) obtenus avec l'aide non contextuelle (taux moyen de réussite : 81%) et avec l'aide contextuelle (taux moyen de réussite : 92%) sont supérieurs à ceux obtenus par les sujets dans la situation sans aide (taux moyen de réussite : 56% ; cf. Figure 49).

La présence d'une aide améliore donc sensiblement le pourcentage de réussite moyen des sujets. De plus, l'aide contextuelle semble permettre aux sujets d'obtenir de meilleures performances que l'aide non contextuelle (taux de réussite moyen supérieur de 11%).

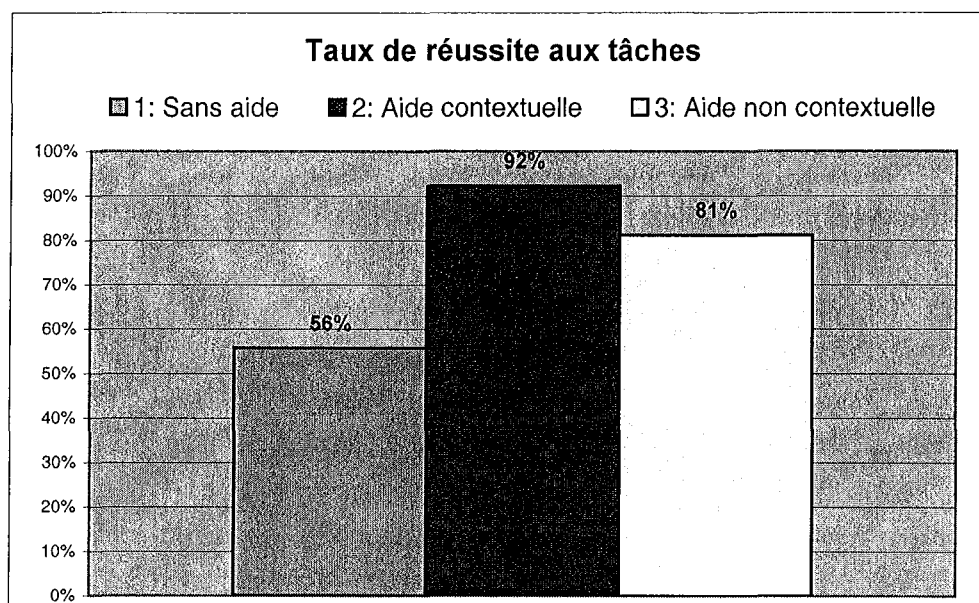


Figure 49 : Comparaison des taux moyens de réussite aux tâches en fonction du type d'aide. Les trois cas présentés sont, de gauche à droite : 1. Tâches réalisées sans aide ; 2. Tâches réalisées avec aide contextuelle ; 3. Tâches réalisées avec aide non contextuelle.

Cette influence positive des stratégies d'aide contextuelle est validée par l'étude statistique des résultats (analyse du test t ; cf. Tableau 21). On observe que les variations liées à la présence des différents types d'aide utilisés sont significativement corrélés aux résultats obtenus.

| Réussites | Probabilité |
|-----------|-------------|
| A vs B | p = 0,00025 |
| A vs C | p = 0,00206 |
| B vs C | p = 0,04185 |

Tableau 21 : Analyse statistique du test t ; comparaison des taux de réussites inter tâches pour les groupes de tâches A, B et C.

On peut donc conclure que l'utilisation des stratégies d'aide contextuelles issues de notre étude préliminaire peut permettre d'améliorer sensiblement l'efficacité d'un système d'aide en augmentant de façon significative les taux de réussite des utilisateurs.

3.2.2.3. Comparaison des stratégies de réalisation des groupes A, B et C

Le taux moyen de stratégies optimales intra-tâches observées (TST) pour l'ensemble des sujets est, dans tous les cas, inférieur au taux moyen de réussites intra-tâches (TRT). Cependant, en effectuant la même analyse comparative que précédemment avec les taux de stratégies optimales intra-tâche pour les groupes A, B et C, on observe le même classement des différents systèmes.

La situation sans aide obtient encore ici les performances les plus faibles (35% ; cf. Figure 50). Les situations avec aide contextuelle (65%) et avec aide non contextuelle (59%) montrent quant à elles des performances supérieures.

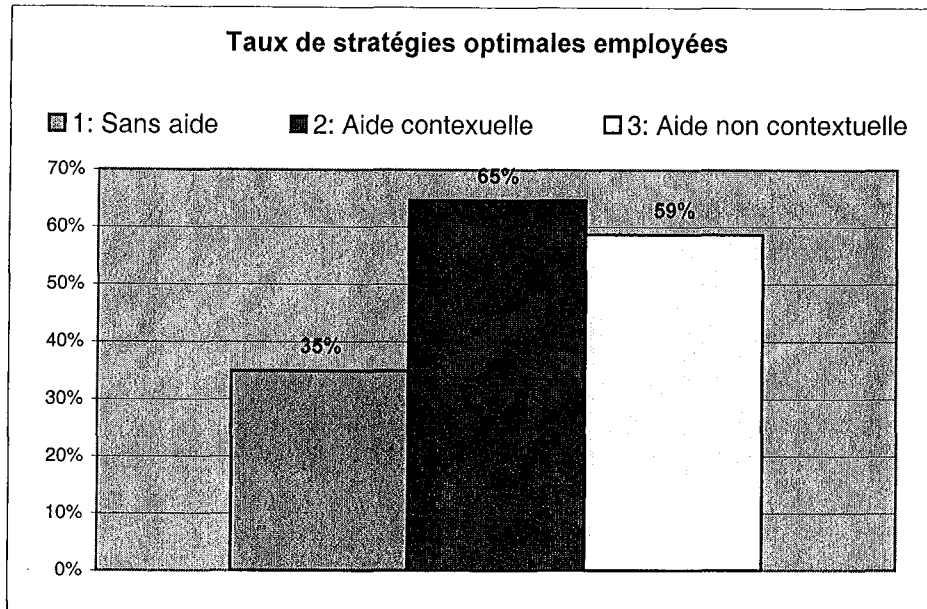


Figure 50 : Comparaison des taux moyens de réalisations optimales en fonction du type d'aide.

L'étude montre que la présence d'une aide influence significativement les taux de stratégies optimales des groupes B et C, si on les compare au groupe de référence A. Cependant, l'analyse du t ne montre aucune significativité des résultats obtenus, si on compare les groupes B et C (cf. Tableau 22).

| Stratégies | Probabilité |
|------------|----------------|
| A vs B | $p = 0,000347$ |
| A vs C | $p = 0,002206$ |
| B vs C | $p = 0,217367$ |

Tableau 22 : Analyse statistique du test t ; comparaison des taux de stratégies optimales intra-tâches pour les groupes de tâches A, B et C.

Le taux de stratégies optimales employées dans le cas d'un recours à l'aide, mesure la capacité des sujets à suivre plus ou moins scrupuleusement la procédure dictée. Les stratégies contextuelles que nous avons employées reproduisent le comportement de guidage pas à pas adopté par les experts humains. De telles stratégies semblent donc proposer un suivi dans la réalisation de la tâche propre à permettre aux sujets d'appliquer plus efficacement les procédures décrites. Les résultats obtenus ne sont cependant pas significatifs du point de vue statistique. Etant donnée la taille de l'échantillon, ces résultats doivent faire l'objet d'une vérification expérimentale ultérieure pour être validés définitivement. Cette étude devra porter sur un échantillon de population plus large pour obtenir des résultats plus fiables du point de vue statistique. Malheureusement, étant données les contraintes rencontrées et la lourdeur du protocole mis en place, une telle expérience n'a pas pu être menée.

Ces résultats conduisent donc à penser que, si les stratégies d'aide contextuelles permettent d'obtenir de meilleurs résultats que les stratégies non contextuelles, elles n'apportent pas une amélioration notable en terme de guidage des sujets. Si les objectifs des sujets sont plus

souvent atteints dans le cas d'un recours à l'aide contextuelle, les tâches demandées ne semblent pas être réalisées de façon significativement plus efficace dans un cas que dans l'autre.

Les variables interindividuelles peuvent expliquer ces résultats. Les profils cognitifs des sujets peuvent en effet induire des comportements incompatibles (ou tout au moins inadaptés) avec le type d'aide proposé, susceptibles de conduire à de tels résultats. Nous avons réalisé une étude comparative plus précise des situations B et C pour mieux interpréter ces résultats et essayer d'identifier le rôle joué par les profils cognitifs des sujets et savoir si les variables interindividuelles constituent des facteurs déterminant de l'efficacité du type d'aide.

Les résultats d'une telle analyse pourraient conduire à exprimer des recommandations ergonomiques visant à proposer la meilleure aide possible en fonction du profil individuel des sujets.

3.3. Influence de la tâche

3.3.1. Comparaison des performances par tâche

La représentation graphique des taux de réussite par tâche (TRT) montre que les performances des deux systèmes sont comparables dans la majorité des cas, les différences moyennes observées entre les groupes B et C étant en réalité causées par des écarts de performances importants portant sur un ensemble restreint de tâches (cf. Figure 51).

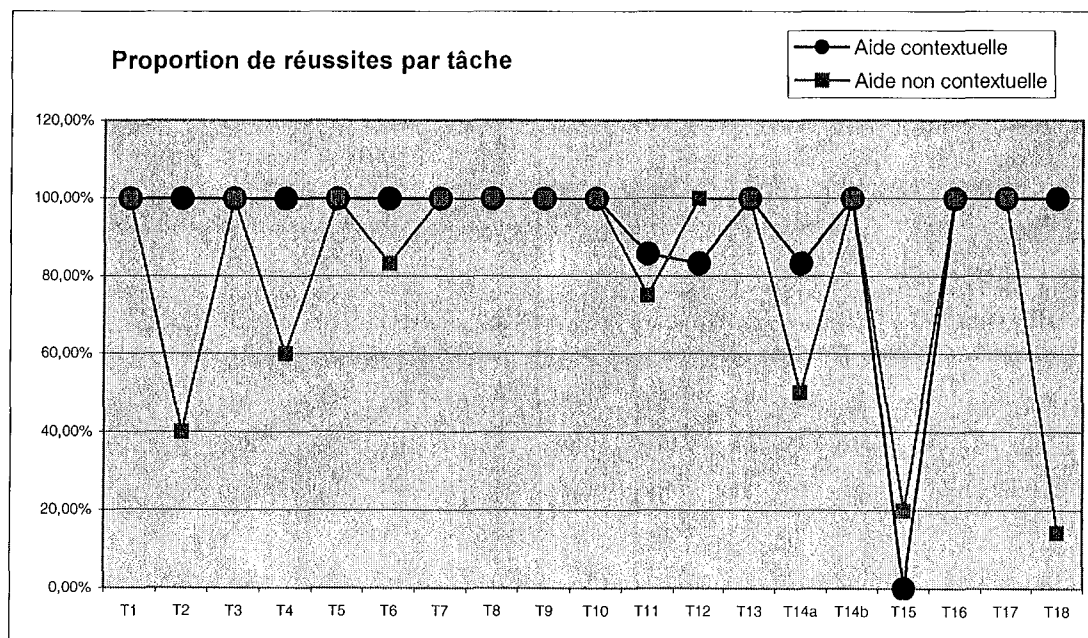


Figure 51 : Pourcentages de réussite par tâche, pour les groupes B (aide non contextuelle) et C (aide contextuelle).

3.3.2. Influence de la difficulté relative des tâches

Un classement des tâches par ordre croissant des différences de performances observées permet d'illustrer ce phénomène¹ (cf. Figure 52).

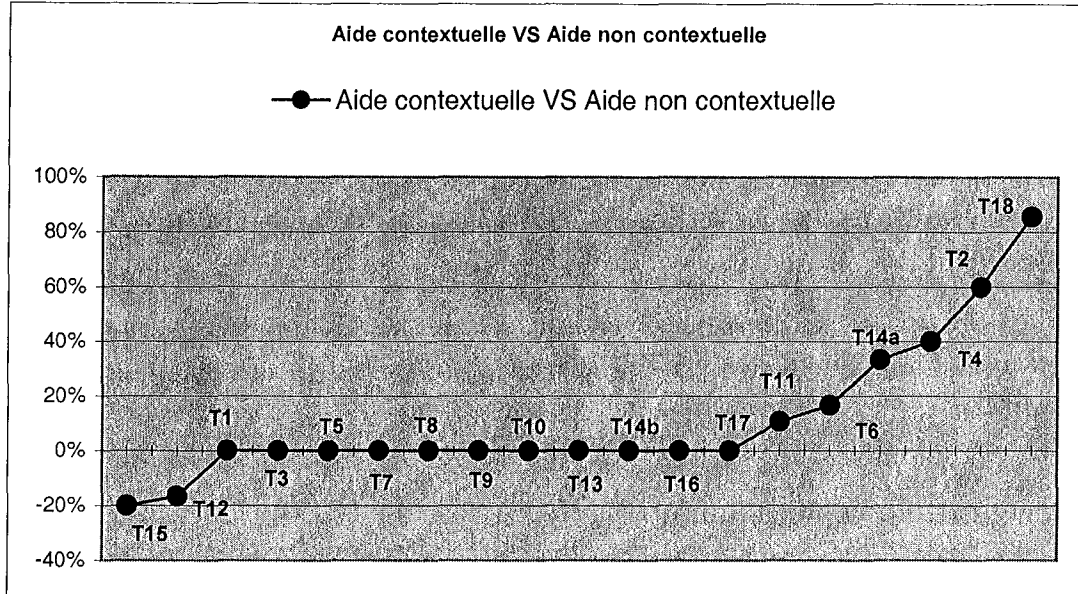


Figure 52 : Classement comparatif des performances, tâche par tâche, des deux systèmes d'aide. T_i = valeur obtenue pour la tâche i .

Pour pouvoir interpréter ces données, nous avons fait un classement des tâches par difficulté. Pour cela, nous avons calculé les taux moyen de réussite par tâche, toutes situations confondues. On obtient ainsi pour chaque tâche une valeur de difficulté d_i comprise entre 0 et 1 (0 représentant le taux de réussite le plus faible ; i.e. la difficulté la plus haute)².

| | | | | | | | | | | |
|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Tâche | 16 | 9 | 7 | 5 | 17 | 6 | 8 | 3 | 12 | 11 |
| Taux de réussite | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,94 | 0,94 | 0,94 | 0,88 | 0,88 |
| Tâche | 1 | 10 | 4 | 14b | 13 | 14a | 18 | 2 | 15 | |
| Taux de réussite | 0,88 | 0,88 | 0,75 | 0,75 | 0,69 | 0,56 | 0,54 | 0,5 | 0,25 | |

Tableau 23 : Classement des tâches par difficulté croissante. Les valeurs données sont les taux moyens de réussite pour chaque tâche, exprimés sous la forme de valeurs de difficultés d_i , toutes situations confondues.

La tâche 15 est apparue au cours de l'expérience comme une tâche difficile (25% de réussite seulement). Les sujets éprouvaient en effet beaucoup de difficulté à comprendre ce qui était

¹ Ces courbes sont obtenues en faisant la différence des taux de réussite intra-tâches (TRT), pour chaque tâche, en fonction du type d'aide utilisée ; soit T_i = différence entre les pourcentages de réussite (Pr) dans les situations B et C, soit $(Pr_C - Pr_B)$, pour la i ème tâche. Les résultats obtenus sont ensuite classés par ordre croissant. On obtient ainsi une courbe présentant des valeurs négatives lorsque les performances obtenues avec le système d'aide contextuel sont inférieures à celles réalisées avec le système non contextuel, et des valeurs positives ou nulles sinon.

² Note de difficulté pour la tâche i : $d_i = (TRT)_i / 100$.

attendu d'eux, sans doute en raison d'une formulation trop imprécise. Si l'on élimine cette tâche du classement, la mise en relation de la difficulté relative de chaque tâche, d'une part, et des écarts des taux de réussite aux tâches (TRT) entre les situations B et C, d'autre part, permet d'observer l'existence d'une corrélation entre ces deux facteurs.

L'influence du type d'aide, et notamment les avantages liés aux stratégies contextuelles, sont plus marquées si les tâches à accomplir sont plus difficiles (cf. Figure 53) : pour une tâche de faible difficulté, les performances des sujets dans les deux situations sont comparables ; pour des tâches de difficulté plus élevée, les performances en situation d'aide contextuelle sont meilleures que celles obtenues en présence de l'aide non contextuelle (jusqu'à un gain de plus de 80% dans le meilleur cas recensé).

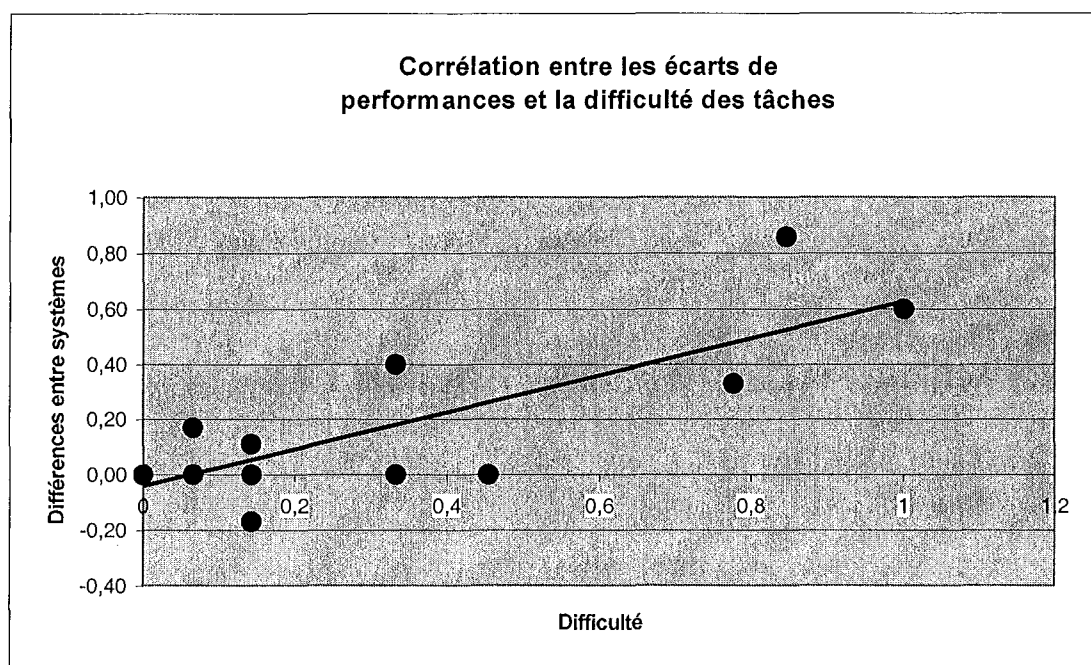


Figure 53 : Figure représentant les différences entre les taux de réussite dans les situations B et C ($Pr_C - Pr_B$), en fonction de la difficulté des tâches. Afin d'obtenir une représentation graphique plus claire, la valeur indiquée pour la difficulté est donnée par la formule $(1/d_i)-1$. On obtient ainsi des valeurs croissantes pour des difficultés plus grandes. La tâche 15 a été retirée.

L'analyse statistique valide le rôle positif joué par les stratégies d'aide contextuelles en ce qui concerne les taux de réussite. L'analyse des résultats du test t montre en effet qu'il existe des différences significatives entre les taux de réussite des groupes B et C si on fait porter l'étude sur la relation entre les écarts de performances des groupes B et C pour chaque tâche, et la difficulté relative de la tâche considérée ($p = 0,0041$).

3.3.3. Conclusion

La comparaison des performances pour les tâches les plus faciles montre que les stratégies contextuelles n'ont aucun effet significatif. En revanche, pour les tâches difficiles, l'aide contextuelle améliore sensiblement le taux de réussite par rapport à l'aide non contextuelle.

Cette analyse montre que la difficulté relative de la tâche exerce une influence significative sur l'apport spécifique des stratégies d'aide contextuelle.

La difficulté d'une tâche représente donc un facteur déterminant de l'efficacité relative des deux formes d'aide considérées. Il est utile de préciser ce que recouvre cette notion de difficulté que nous avons assimilée à la réussite/échec de la réalisation d'une tâche. Le calcul de difficulté que nous avons réalisé permet de définir une difficulté relative de la tâche, déterminée par le taux de réussite de l'échantillon de population choisi.

On peut lier les connaissances nécessaires pour réaliser une tâche à la difficulté relative de cette tâche si on considère qu'une tâche pour laquelle un sujet possède plus de connaissances s'avérera d'une réalisation plus simple qu'une autre (cette notion renvoie à la notion de caractéristiques individuelles engagées dans la réalisation de tâche, qui considère les connaissances des sujets comme le facteur d'influence le plus important, cf. paragraphe 2.1.). Dans une telle perspective, l'évaluation de la difficulté relative des tâches permet d'obtenir indirectement une évaluation des connaissances des utilisateurs.

Ainsi, si la difficulté éprouvée diminue avec l'accroissement des connaissances du sujet, il apparaît que l'évaluation des connaissances des utilisateurs doit jouer un rôle central dans le choix des stratégies d'aide employées.

3.4. Influence des caractéristiques cognitives individuelles

On présente dans le tableau suivant l'ensemble de notes obtenues par les 16 sujets aux deux tests psychométriques (cf. Tableau 24).

| Sujet | Test BLS4 | Test GEFT |
|-------|-----------|-----------|
| 1 | 19 | 15 |
| 2 | 17 | 17 |
| 3 | 16 | 17 |
| 4 | 22 | 18 |
| 5 | 13 | 11 |
| 6 | 2 | 16 |
| 7 | 11 | 13 |
| 8 | 16 | 7 |
| 9 | 14 | 7 |
| 10 | 12 | 12 |
| 11 | 14 | 4 |
| 12 | 17 | 15 |
| 13 | 12 | 11 |
| 14 | 15 | 17 |
| 15 | 13 | 11 |
| 16 | 21 | 14 |

Tableau 24 : Notes obtenues par les 16 sujets aux tests BLS4 et GEFT.

Pour pouvoir effectuer l'étude de corrélation entre les notes obtenues aux tests et les performances réalisées avec chaque type d'aide, nous avons regroupé, pour chaque sujet, les tâches réalisées en utilisant le système d'aide contextuel (Groupe CO) et celles réalisées en utilisant le système d'aide non contextuel (Groupe NCO).

On peut ainsi comparer les performances individuelles des 16 sujets avec chacun des systèmes d'aide testés et réaliser l'étude de corrélation entre ces performances et les caractéristiques cognitives évaluées.

3.4.1. Influence des caractéristiques cognitives individuelles des sujets

Le tableau suivant présente les résultats de l'analyse du t évaluant la significativité de l'influence des caractéristiques cognitives des sujets (dépendance à l'égard du champ et facteur g) sur les performances observées (cf. Tableau 25).

| | Groupe CO | | Groupe NCO | |
|------------|------------------------|------------------------|------------------------|----------------------|
| | Réussites | Stratégies optimales | Réussites | Stratégies optimales |
| Test GEFT | p = 0,00581 | <i>p = 0,062204807</i> | p = 0,019869 | <i>p = 0,087827</i> |
| Test BLS 4 | p = 9,82589E-05 | <i>p = 0,147429</i> | p = 1,47436E-06 | <i>p = 0,095027</i> |

Tableau 25 : Résultats du t. Sont indiqués en gras les résultats statistiquement significatifs. On indique également en italique les tendances statistiques.

3.4.1.1. Système contextuel

Les résultats issus de l'analyse statistique indiquent que la dépendance à l'égard du champ est corrélée de façon significative aux performances obtenues avec l'utilisation du système contextuel, aussi bien du point de vue des taux de réussite intra-sujet que du point de vue de taux de stratégies optimale intra-sujet.

L'étude statistique des résultats obtenus au test d'intelligence générale montre une corrélation significative avec les taux de réussites intra-sujets. Dans le cas des taux de stratégies optimales intra-sujets, les résultats sont non significatifs.

3.4.1.2. Système non contextuel

Concernant le groupe de tâches associées au système non contextuel les facteurs de dépendance à l'égard du champ et d'intelligence générale sont significativement corrélés aux réussites. Concernant les stratégies, les résultats, non significatifs du point de vue statistique indiquent des tendances. Les résultats proposés à ce sujet sont donc à considérer comme des résultats qualitatifs.

3.4.2. Rôle de la dépendance à l'égard du champ

Afin d'établir le type de relation existant entre la dépendance à l'égard du champ et les performances observées, dont l'analyse statistique a révélé la présence, nous avons effectué une étude de corrélation (cf. Tableau 26).

| Test GEFT | Groupe CO | | Groupe NCO | |
|-----------|------------------|----------------------|------------------|----------------------|
| | Réussites | Stratégies optimales | Réussites | Stratégies optimales |
| | C = 0,545 | <i>C = 0,753</i> | C = 0,013 | <i>C = 0,248</i> |

Tableau 26 : Coefficients de corrélation entre la dépendance à l'égard du champ et les performances des sujets, en fonction du type d'aide utilisé. Sont indiqués en gras les résultats statistiquement significatifs, et en italique les tendances statistiques.

Ces valeurs montrent une relation forte entre la dépendance à l'égard du champ et les performances observées. Les droites de corrélations montrent qu'une moins grande dépendance au champ (*i.e.* un score plus élevé au test GEFT) se traduit par des performances plus élevées, aussi bien du point de vue des réussites que des stratégies employées (cf. figures 54 et 55)

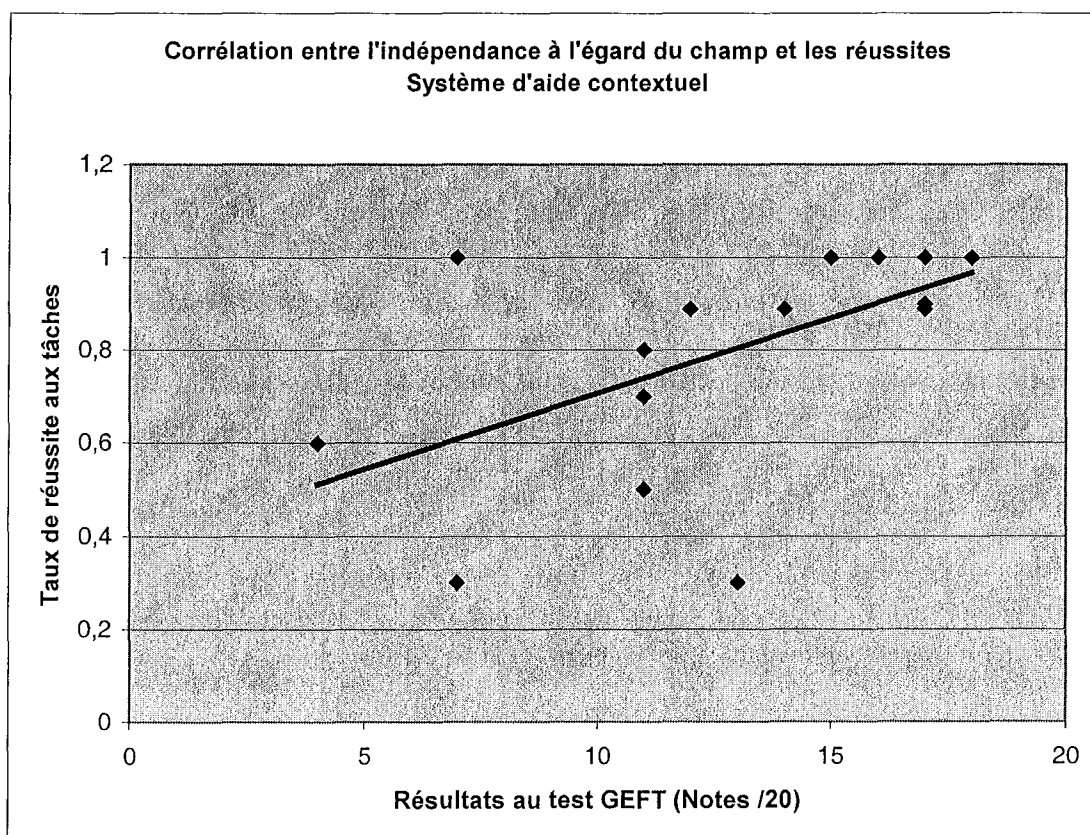


Figure 54 : Système contextuel ; droite de corrélation entre la dépendance à l'égard du champ et les réussites. $C = 0,545$.

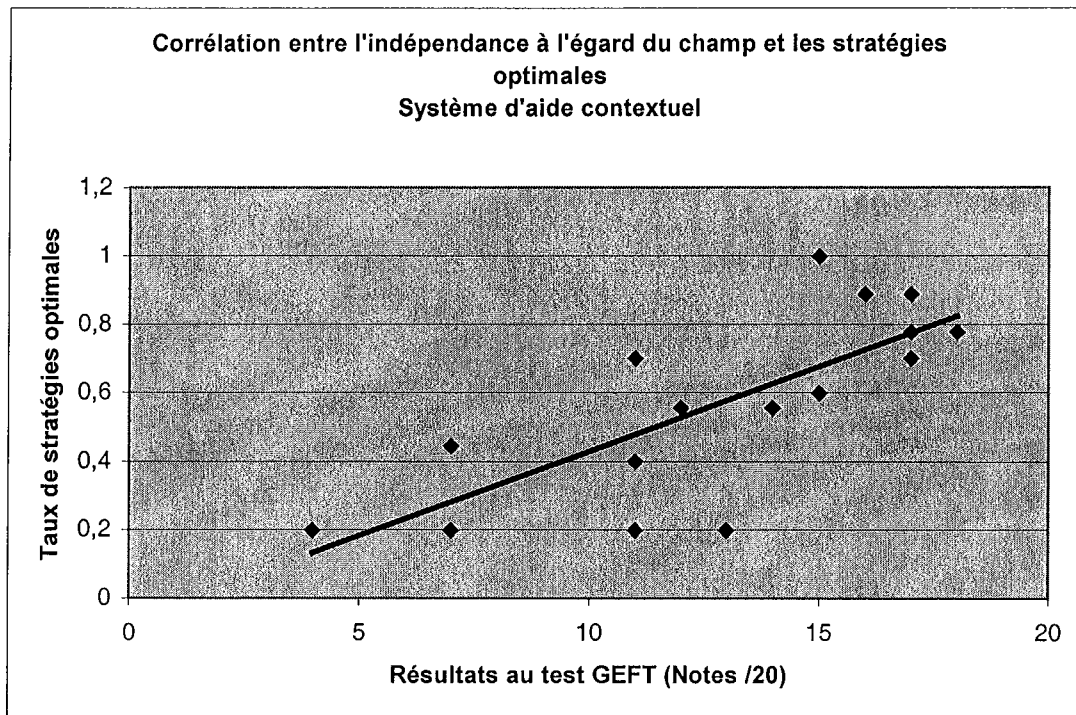


Figure 55 : Système contextuel ; droite de corrélation entre la dépendance à l'égard du champ et les stratégies optimales. $C = 0,753$.

Les coefficients de corrélation calculés montrent que la dépendance à l'égard du champ n'influence pas les réussites dans la situation non contextuelle ($c < 0,1$) ; l'influence exercée sur les stratégies de réalisation restant quand à elle très faible ($c = 0.248$) (cf. Figure 56 et 57).

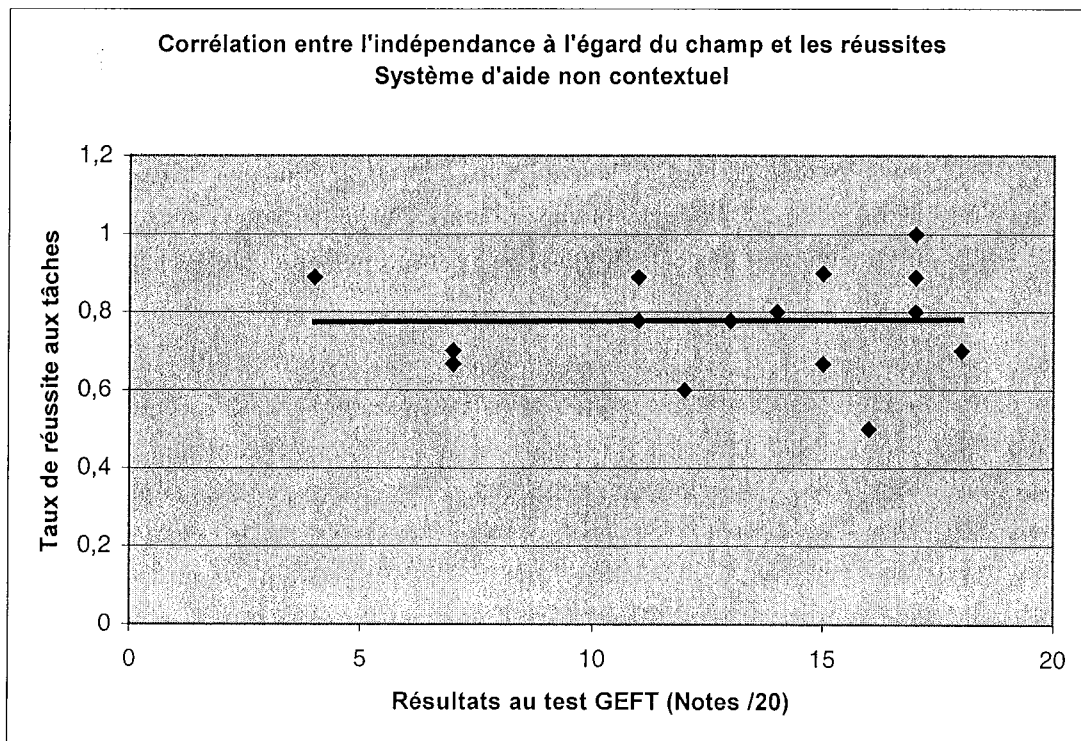


Figure 56 : Système non contextuel ; droite de corrélation entre la dépendance à l'égard du champ et les réussites. $C = 0,013$.

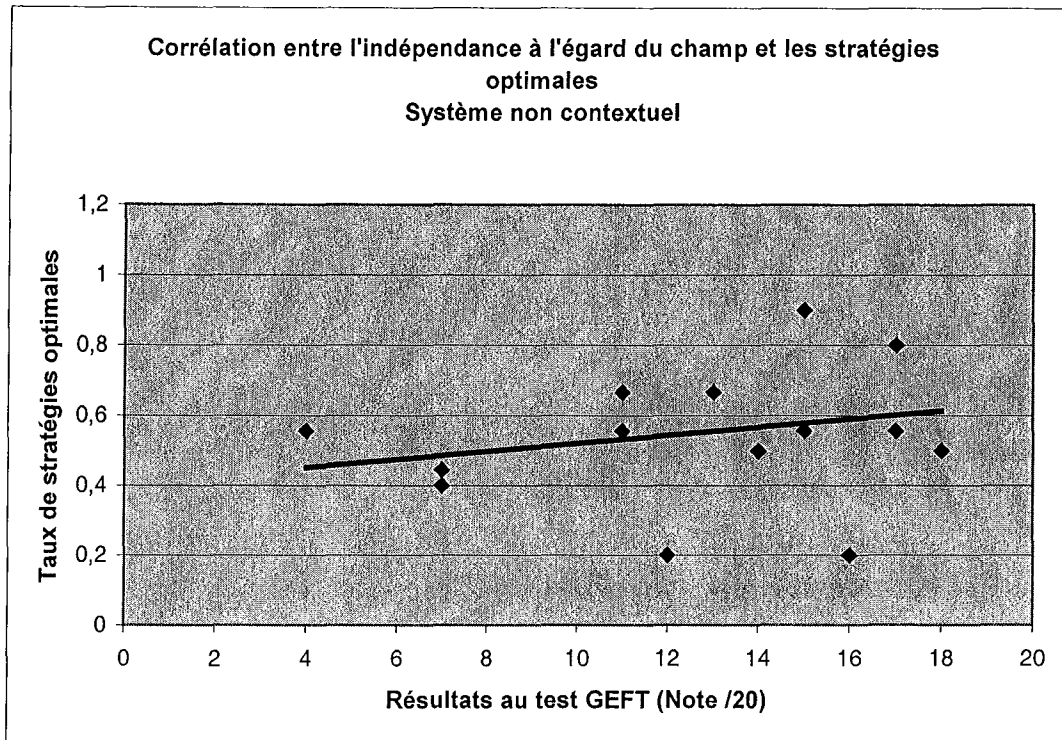


Figure 57 : Système non contextuel ; droite de corrélation entre la dépendance à l'égard du champ et les stratégies optimales. $C = 0,248$.

3.4.3. Rôle du facteur d'intelligence général

Nous avons réalisé une étude de corrélation identique à celle réalisée avec le facteur de dépendance à l'égard du champ, pour évaluer l'influence du facteur d'intelligence générale sur les résultats obtenus aussi bien avec le système contextuel qu'avec le système non contextuel.

Les résultats obtenus montrent des corrélations moins importantes que dans le cas précédent. Le facteur d'intelligence générale exerçant une influence plus importante dans les situations d'utilisation du système non contextuel plutôt qu'avec le système contextuel (cf. Tableau 27).

| | Groupe CO | | Groupe NCO | |
|-------------------|------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| | Réussites | Stratégies optimales | Réussites | Stratégies optimales |
| Test BLS 4 | $C = 0,26562164$ | $C = 0,109609245$ | $C = 0,377629408$ | $C = 0,404448286$ |

Tableau 27 Coefficients de corrélation entre la dépendance à l'égard du champ et les performances des sujets, en fonction du type d'aide utilisé. Sont indiqués en gras les résultats statistiquement significatifs, et en italique les tendances statistiques.

Le facteur d'intelligence générale est faiblement corrélé aux taux de réussite et aux taux de stratégies optimales observés pour le groupe CO (système contextuel) (cf. Figures 58 et 59).

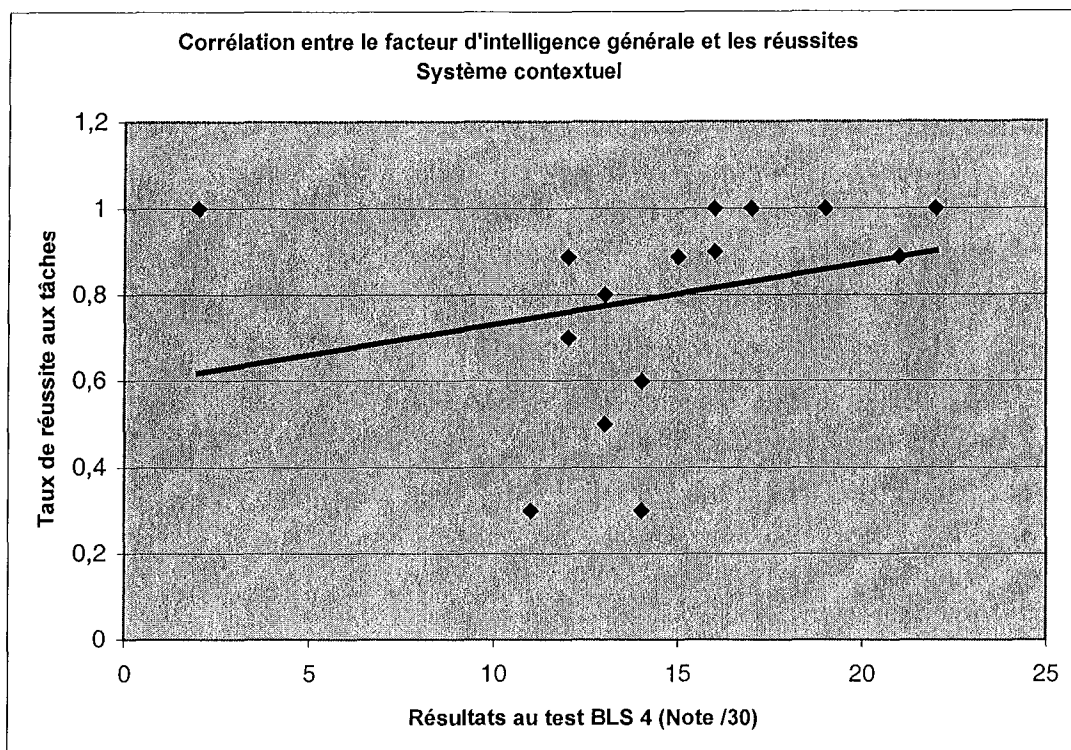


Figure 58 : Système contextuel ; droite de corrélation entre le facteur d'intelligence général et les réussites. $C=0,265$.

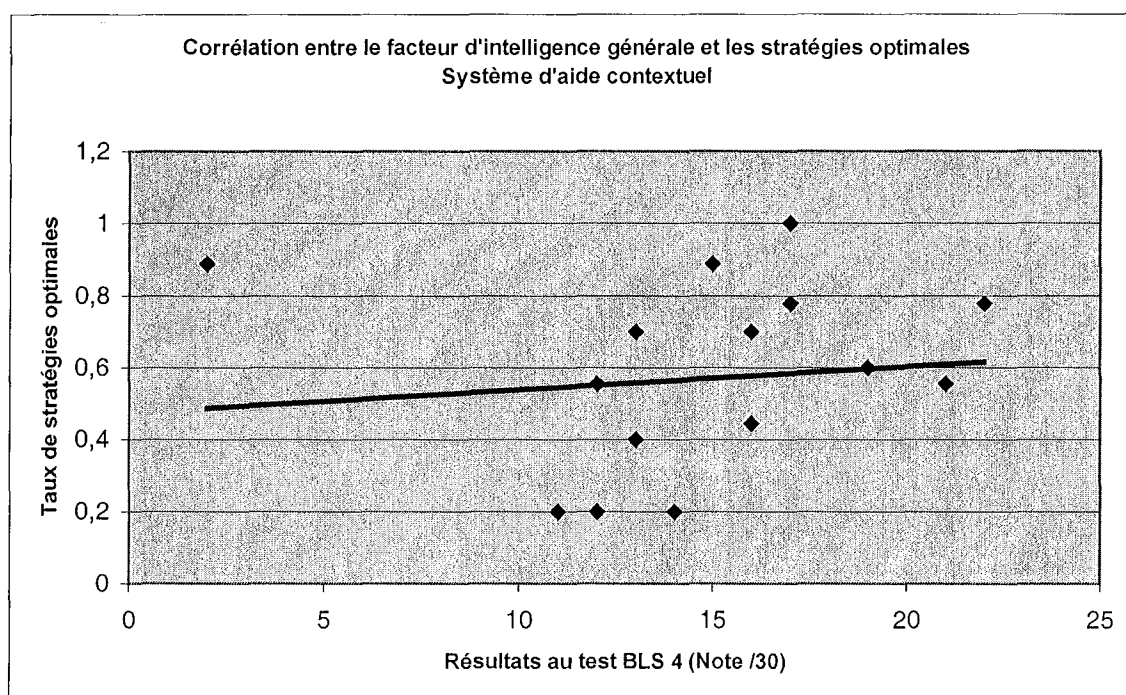


Figure 59 : Système contextuel ; droite de corrélation entre le facteur d'intelligence général et les stratégies optimales. $C=0,109$.

Le facteur d'intelligence générale est plus fortement corrélé aux résultats obtenus dans le groupe de tâches NCO (système non contextuel) (cf. Figures 60 et 61).

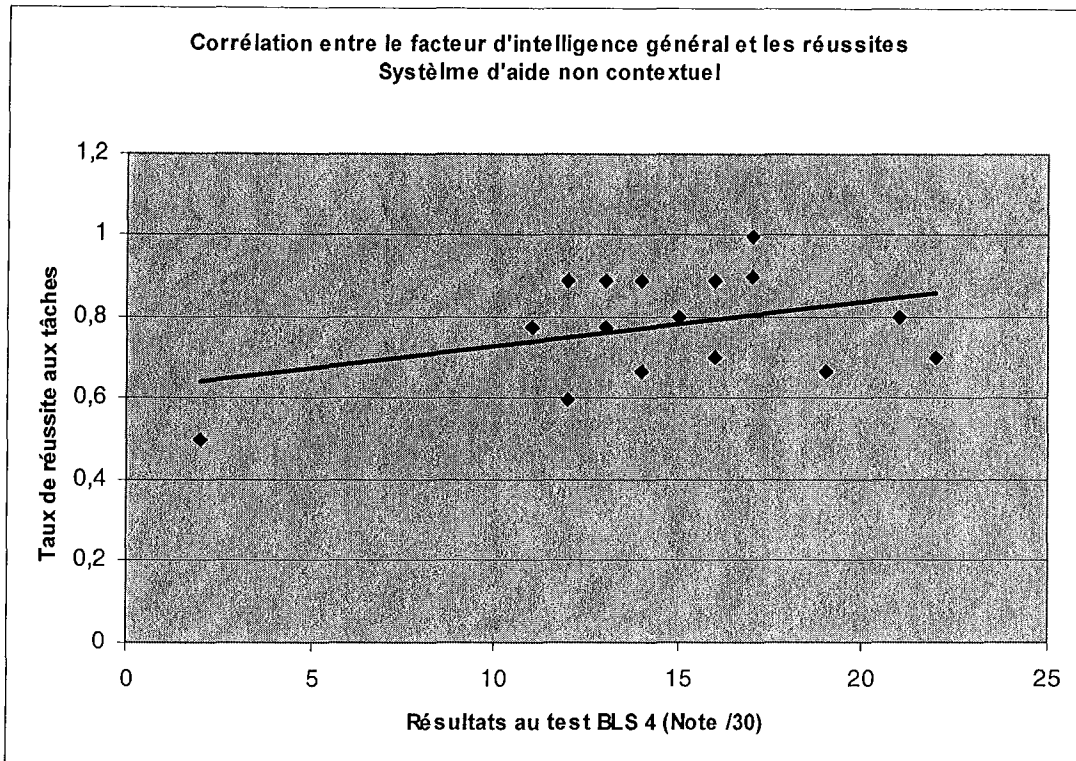


Figure 60 : Système non contextuel ; droite de corrélation entre le facteur d'intelligence général et les réussites. $C=0,377$.

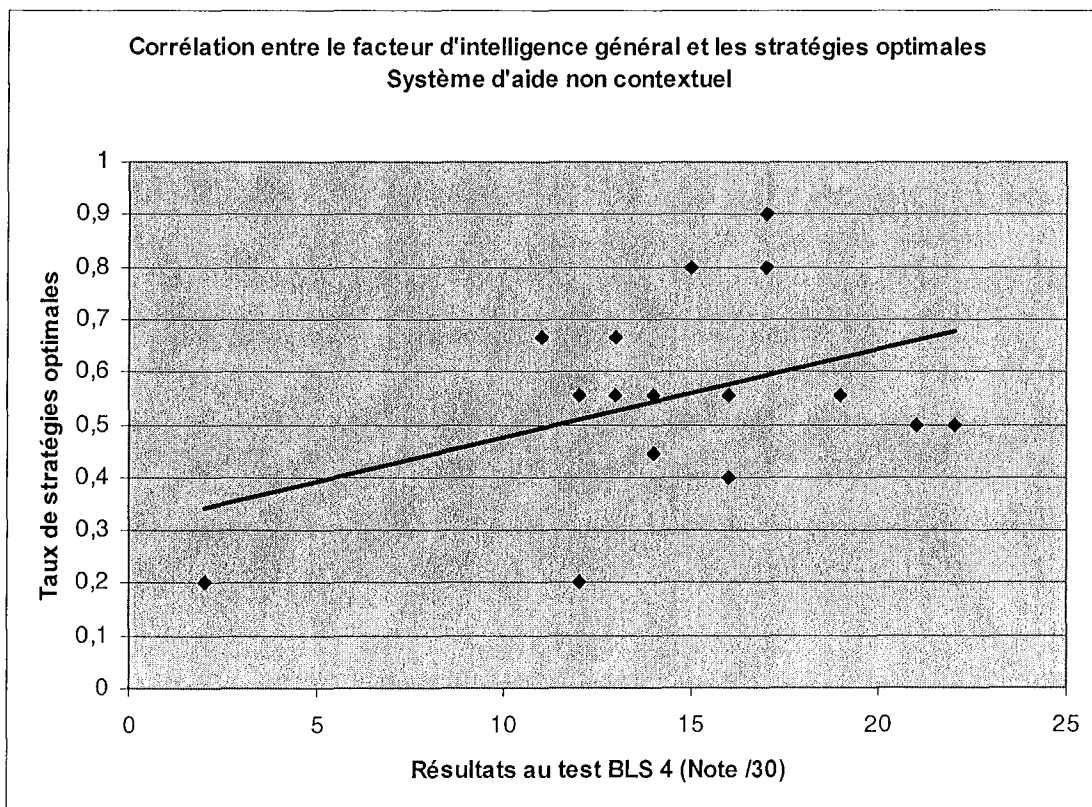


Figure 61 : Système non contextuel ; droite de corrélation entre le facteur d'intelligence général et les stratégies optimales. $C=0,404$.

3.4.4. Conclusions

Les différents facteurs cognitifs étudiés exercent une influence variable selon le type de système d'aide utilisé.

Dans le cas du groupe contextuel (CO), la caractéristique de dépendance-indépendance à l'égard du champ semble être la caractéristique la plus influente. Une moins grande dépendance au champ assure aux sujets testés à la fois de meilleurs taux de réussite aux tâches, ainsi que de meilleures performances aux stratégies de réalisation. Dans cette situation, le facteur d'intelligence générale semble être neutre.

Dans le cas du groupe non contextuel, au contraire, c'est le facteur d'intelligence générale qui exerce une influence plus importante, à la fois sur le taux de réussite et le taux de stratégie optimale.

3.4.4.1. Système contextuel et stratégie d'exploration

On sait que la dépendance à l'égard du champ exerce une influence sur les stratégies de navigation et d'exploration des sujets (Dufresne et Turcotte, 1997). Au cours d'une expérience menée lors d'une situation d'apprentissage d'Unix, Coventry (Coventry, 1989) a observé que les stratégies d'exploration des sujets variaient en fonction de leur dépendance à l'égard du champ.

Les sujets indépendants à l'égard du champ ont montré une propension plus forte à l'exploration qui les conduisait à connaître un ensemble plus large de commandes, et à exercer une activité de planification des tâches plus importante. Les sujets dépendants à l'égard du champ, au contraire, montraient une plus grande propension à utiliser des stratégies de réalisation de type essai-erreur.

Nos hypothèses de départ nous conduisaient à penser que l'aide contextuelle devait profiter au mieux aux sujets dépendants du champ qui peuvent éprouver des difficultés à extraire une information de son environnement pour la replacer dans un contexte différent (ici, le contexte d'interaction courant). Au contraire, les stratégies contextuelles semblent bénéficier au mieux aux novices indépendants du champ.

Le lien existant entre le facteur de dépendance/indépendance à l'égard du champ et le comportement exploratoire des novices peut justifier les résultats observés. Nous avons en effet constaté que certains sujets adoptaient la stratégie suivante : le recours à l'aide contextuelle conduisait les sujets à suivre la procédure indiquée pour la réalisation de l'étape courante sans que les messages suivants de l'aide soient consultés. Dans de tels cas, un comportement moins exploratoire conduit les novices à ne pas prendre connaissance des messages d'aide successifs du système. Ceux-ci sont donc conduits à tenter de poursuivre la procédure de réalisation de la tâche en cours sans connaître la procédure proposée par l'aide, en adoptant le plus souvent des stratégies de réalisation du type essais-erreurs.

Ces sujets tentaient de poursuivre la réalisation de la tâche sans porter attention aux messages successifs fournis par le système d'aide. Ce type de stratégie conduisait les sujets à poursuivre la réalisation de la tâche en cours en exploitant des méthodes exploratoires, conduisant à des erreurs de réalisation nombreuses et à des performances plus faibles.

D'autres sujets, au contraire, montraient une plus forte inclinaison à se reporter aux messages d'aide successifs du système contextuel et étaient ainsi à même de réaliser la procédure indiquée sans adopter de stratégie de type essai-erreur. Ce comportement justifie les meilleurs résultats observés autant du point de vue des réussites que des stratégies.

3.4.4.2. Système non contextuel et facteur d'intelligence général

Si la dépendance à l'égard du champ, en tant qu'indicateur des stratégies d'utilisation du système, joue donc un rôle important dans la situation d'aide contextuelle, les résultats montrent que dans la situation d'aide non contextuelle, c'est le facteur d'intelligence générale qui exerce l'influence la plus importante.

Ce facteur d'intelligence générale est un indicateur fiable des capacités de raisonnement et d'ingéniosité des sujets (Thiébaud, 2001). Il représente dans notre situation un indicateur de la capacité individuelle des sujets à interpréter et à appliquer les indications fournies par le système.

Les informations fournies par le système d'aide non contextuel semblent donc demander, de la part des sujets, un effort d'interprétation et de compréhension plus important que dans la situation d'aide contextuelle. De ce point de vue, on peut dire que les stratégies d'aide contextuelle mises en œuvre apportent une solution partielle au problème de compréhension et d'interprétation de l'information.

3.5. Etude des temps de réalisation des tâches

Nous avons étudié l'impact des stratégies contextuelles sur le temps de réalisation des tâches. L'utilisation du système contextuel nécessite en effet un processus de va-et-vient entre l'aide et le système qui peut se traduire par une charge cognitive supplémentaire et une lenteur d'exécution plus ou moins importante.

Dans ce contexte, notre objectif est d'abord de déterminer si l'utilisation du système contextuel n'entraîne pas une surcharge cognitive qui se traduirait par une augmentation sensible du temps de réalisation des tâches. Un handicap excessif de ce point de vue devant conduire à conclure à un défaut d'utilisabilité du système.

3.5.1. Calcul des temps de réalisation

Les temps moyens de réalisation des tâches sont donnés par le temps écoulé entre le premier recours à l'aide lors de la réalisation d'une tâche donnée (envoi du premier message) et l'envoi du message de fin de tâche (cf. Tableau 28). Etant données les modalités du

protocole expérimental, seules les tâches pour lesquelles les sujets ont fait appel à l'aide ont été prises en considération dans le calcul des temps de réalisation (les tâches réalisées sans aide n'ayant pas fait l'objet d'un enregistrement des temps).

| | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 | T10 | T11 | T12 | T13 | T14 a | T14 b | T15 | T16 | T17 | T18 |
|-----------------------|----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|----------|----------|-----|-----|-----|-----|
| Aide Contextuelle | 28 | 112 | 119 | 131 | 139 | 75 | 53 | 47 | 24 | 133 | 167 | 284 | 148 | 122 | 110 | 110 | 49 | 87 | 99 |
| Aide non Contextuelle | 83 | 138 | 92 | 129 | 178 | 44 | 28 | 42 | 21 | 113 | 83 | 245 | 119 | 99 | 58 | 74 | 52 | 160 | 121 |

Tableau 28 : Temps moyens de réalisation des tâches (en secondes).

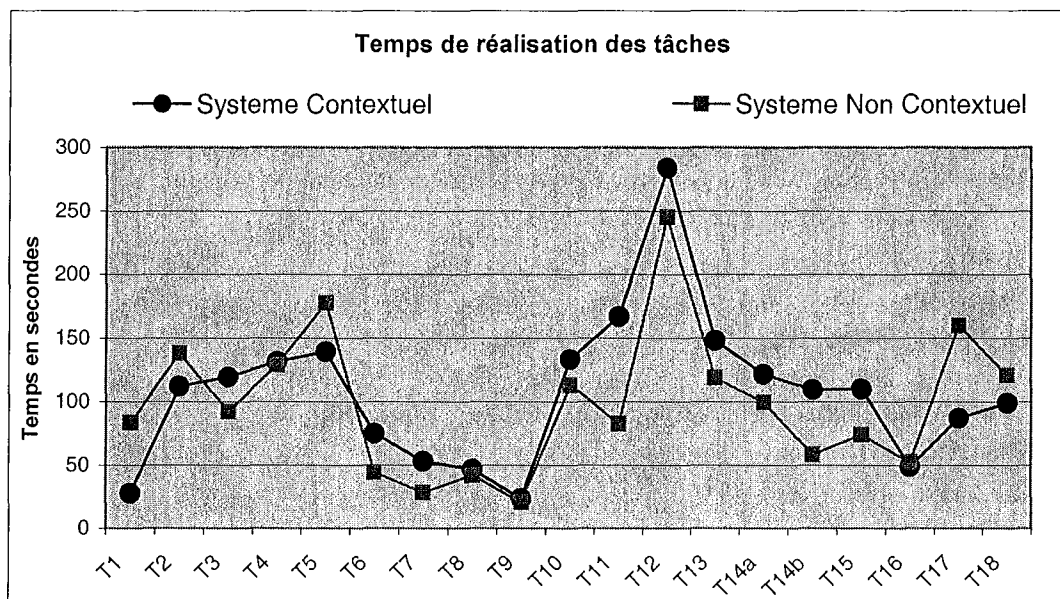


Figure 62 : Temps moyens de réalisation des tâches (en secondes).

3.5.2. Comparaison des temps moyens de réalisation

Les temps obtenus avec le système d'aide contextuel sont en moyenne supérieurs de 8 secondes aux temps obtenus avec le système non contextuel, soit un écart inférieur à 10% des temps observés (cf. Figure 63).

Le phénomène d'aller-retour successifs entre le système d'aide et le logiciel et la sélection de l'information pertinente pour la réalisation dans les messages présentant une information plus complexe et plus riche ne se traduit pas par un écart des temps de réalisation important. Ces temps de réalisation moyens très proches indiquent que l'utilisation du système contextuel ne constitue pas un handicap significatif de ce point de vue.

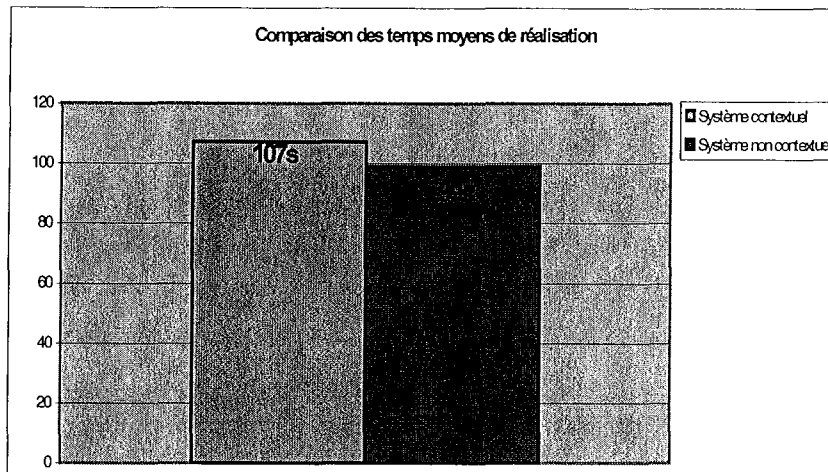


Figure 63 : Différences des temps moyens de réalisation des tâches entre le système d'aide contextuel et le système d'aide non contextuel.

En conséquence, on peut émettre l'hypothèse que l'utilisation du système d'aide contextuel ne représente pas pour les sujets une charge cognitive supplémentaire sensible par rapport à celle du système non contextuel.

4 Conclusions

Nous avons dans un premier temps présenté les différents aspects du protocole expérimental que nous avons mis en œuvre dans le but de réaliser l'évaluation ergonomique des stratégies d'aide contextuelles tirées de l'étude préliminaire réalisée dans la partie précédente (Partie 2).

Afin de réaliser l'évaluation des stratégies contextuelles nous avons utilisé deux types d'aide. L'évaluation porte sur la comparaison des performances observées dans les cas où l'aide disponible exploitait les stratégies contextuelles. La situation de référence étant donnée par les cas de consultation du système non contextuel.

Nous avons ensuite réalisé une étude comparative de ces deux systèmes.

4.1. Performances des sujets

La première analyse a porté sur les performances globales des sujets. Les résultats ont montré une influence statistiquement significative des stratégies contextuelles concernant les taux de réussites intra-sujets. Les résultats obtenus par les sujets dans les cas d'utilisation du système contextuel se sont avérés être les meilleurs.

Le taux moyen de réussite des sujets s'élève à 92%, soit de 11% supérieur aux résultats obtenus grâce au système non contextuel. De même, les taux de stratégies optimales de réalisation sont de 65% contre 59%.

Si les écarts observés sont relativement peu importants, nous avons également pu constater que le système contextuel permet de réduire les différences individuelles entre les sujets : les écarts type entre les performances moyennes des différents sujets sont inférieurs dans ce contexte à celles observées en situation d'aide non contextuelle.

Ces stratégies semblent donc permettre d'offrir une assistance plus efficace, mieux à même de répondre aux besoins individuels des sujets dans le contexte de la situation d'interaction courante que les stratégies non contextuelles. Elles s'avèrent également mieux adaptées aux besoins de populations d'utilisateurs variées. Néanmoins, le gain obtenu est faible au regard de la complexité de mise en œuvre de telles stratégies d'aide.

4.2. Connaissances des sujets

L'étude portant sur la corrélation entre l'efficacité du type d'aide et la difficulté relative de la tâche a permis de montrer que les stratégies contextuelles sont d'autant plus efficaces que la difficulté relative de la tâche courante est plus élevée.

La connaissance des caractéristiques individuelles des utilisateurs s'avère donc être une connaissance centrale dans la gestion dynamique de l'aide. Si les utilisateurs s'avèrent posséder une bonne connaissance de la tâche courante, l'utilisation de stratégies contextuelles s'avère être moins intéressante.

Dans la mesure où l'analyse a également montré que l'utilisation du système contextuel s'avère plus complexe et plus coûteuse, il convient de proposer à l'utilisateur des stratégies adaptées à ses connaissances : si l'utilisateur courant possède une connaissance déjà suffisante de la tâche considérée, on privilégiera l'utilisation de stratégies d'aide non contextuelles, moins coûteuses.

Lorsque la connaissance de la tâche à réaliser est faible, les stratégies contextuelles se sont montrées mieux adaptées pour répondre aux besoins spécifiques des utilisateurs et peuvent conduire à une meilleure réalisation des objectifs.

Il faut noter que l'aide contextuelle, dont les messages présentent une information plus complète que l'aide non contextuelle (état de réalisation de la tâche, description du sous-objectif courant, résultat attendu), n'a pas constitué un handicap pour les sujets. Il serait cependant intéressant d'évaluer l'influence de ces informations notamment sur :

- la capacité des sujets à généraliser une information fournie concernant une tâche donnée à d'autres tâches similaires ;
- les capacités de planification des sujets ;
- les capacités des sujets à identifier/corriger les erreurs ;
- enfin, les capacités de rappel des sujets concernant les informations fournies par l'aide.

Dans le contexte d'un apprentissage par la pratique, cela peut, à terme, permettre aux utilisateurs de développer une meilleure maîtrise du système. L'étude du post-test réalisé permettra d'effectuer une analyse plus approfondie de ces aspects de l'aide.

4.3. Modalités de présentation de l'information

Notre étude a montré que la dépendance à l'égard du champ est plus fortement corrélée aux performances des novices dans les cas d'utilisation du système non contextuel. Il apparaît que cette influence est due au comportement exploratoire des novices : un sujet moins dépendant à l'égard du champ aura une propension plus grande à se référer aux messages successifs de l'aide. Il semble donc que ce type de présentation de l'information puisse s'avérer adaptée à des utilisateurs indépendants du champ. Au contraire, pour des novices plus fortement dépendants à l'égard du champ le type de présentation de l'information mis en oeuvre dans le système d'aide contextuel peut s'avérer être source de difficultés d'utilisation. Leur propension à utiliser des stratégies de réalisation de type essai-erreur et à se référer moins systématiquement à l'aide, contrairement aux sujets indépendants du champ, a conduit ces derniers à obtenir de moins bonnes performances et à réaliser plus d'erreurs en cours de réalisation.

Dans un contexte d'utilisation où l'identification et la correction des erreurs s'avèrent problématique, il est important de privilégier les stratégies d'aide les plus fiables possibles. Il peut en effet se présenter des cas où les utilisateurs se trouvent dans l'incapacité de corriger les erreurs de réalisation effectuées, ce qui peut conduire à l'échec de la réalisation de l'objectif, ou même à l'abandon du système.

On peut proposer, pour répondre à cette difficulté spécifique, d'exploiter différentes modalités de présentation de l'information. Le contexte expérimental nécessitait en effet, de la part des sujets, de prendre activement connaissance de l'information en se référant aux messages d'aide proposés. Dans d'autres circonstances, il est fort probable que des utilisateurs ignorent les messages successifs du système, pour privilégier la réalisation de la tâche.

En exploitant les propriétés spécifiques des modalités orales, on peut résoudre ce problème en évitant l'intrusion du système dans l'interaction du sujet (nécessité d'interrompre la réalisation de la tâche pour consulter l'aide) et faire en sorte que les informations successives soient mises à la disposition des utilisateurs sans que ceux-ci aient à les consulter activement.

Cette approche nécessite de définir des formats de messages oraux adaptés à la situation, mais également de résoudre le problème posé par les déictiques (localisation des objets sur l'interface) et par les capacités d'attention et de mémoire limitées des utilisateurs.

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

La démarche que nous avons utilisée a été conçue suite à l'étude bibliographique que nous présentons dans la première partie de ce document. Les travaux les plus récents dans le domaine de l'aide en ligne à l'utilisateur tendent à considérer la sensibilité du système d'aide au contexte d'interaction courant comme un enjeu majeur pour la réalisation d'aides efficaces, exploitant des stratégies d'aide à la fois dynamiques et intelligentes.

Cette notion de sensibilité au contexte recouvre divers aspects de l'interaction, de la modélisation des connaissances courantes des utilisateurs à la prise en compte de leurs intentions et de l'état du système. L'objectif des recherches effectuées dans ce domaine est de parvenir à inférer, à partir de ces données contextuelles, les besoins en information courants des utilisateurs. Cette connaissance peut ensuite être exploitée pour générer dynamiquement des messages d'aide adaptés à chaque utilisateur, pour interpréter ses requêtes, ou encore pour permettre au système de proposer, de sa propre initiative, des informations d'aide ; un tel système est dit "actif" par opposition aux systèmes "passifs", qui laissent l'initiative de la recherche d'information aux utilisateurs.

Dans tous les cas, l'objectif final visé est de réussir à concevoir des systèmes d'aide mieux à même de répondre aux besoins effectifs des utilisateurs.

Cependant, les travaux portant sur la mise en œuvre effective de telles stratégies actives d'aide sont peu nombreux. C'est peut-être pourquoi les aides en ligne actuelles, qui sont désormais massivement répandues, mettent en œuvre des stratégies simplistes qui n'exploitent pas ces avancées scientifiques et techniques majeures. En conséquence ces systèmes s'avèrent souvent inappropriés et incapables de répondre aux attentes réelles des utilisateurs, ce qui les rends tout à la fois inutiles et inutilisés.

Ce travail avait pour objectif de parvenir à définir des stratégies d'aide en ligne susceptibles de répondre à ces difficultés de mise en œuvre d'une aide contextuelle répondant aux besoins des utilisateurs.

Pour cela, nous avons réalisé une étude en deux parties. Dans un premier temps, nous avons effectué l'analyse d'un corpus de dialogues recueillis dans une situation d'aide à l'utilisateur. Cette analyse est présentée dans la partie deux de ce document. Elle a nécessité la réalisation d'une taxonomie détaillée qui a servi de grille de lecture des dialogues. Grâce à cette taxonomie nous avons pu étudier les requêtes des novices et les réponses correspondantes des experts humains.

La seconde partie porte sur l'évaluation ergonomique des stratégies d'aide des experts humains que nous avons identifié à partir de cette analyse.

Définition des besoins des utilisateurs

Les premières études consacrées à l'analyse des besoins des utilisateurs dans une situation d'aide en ligne ont conduit à la définition de catégories générales d'informations d'aide. Ces catégories, basées sur l'analyse des types de questions des sujets étudiés (questions de type

Comment, Pourquoi, etc.), ont été exploitées principalement dans le but de prédire les besoins des utilisateurs lors de la constitution de bases d'informations d'aide statiques.

L'étude que nous avons réalisée sur un ensemble de 10 dialogues expert-novice nous a permis de définir avec plus de précision les besoins en information effectifs des utilisateurs. La recherche d'information dans une base de données statique nécessite que le sujet infère de la situation courante une représentation de la difficulté à laquelle il est confronté ; à partir de cette représentation, il peut formuler ses besoins en termes de connaissances statiques sur le système. L'élaboration d'une telle représentation s'est d'ailleurs avérée problématique pour nombre des sujets étudiés, malgré l'absence de contraintes d'expression dans la situation de dialogue que nous avons étudié. Cette difficulté constitue l'un des obstacles majeurs à l'utilisation de systèmes d'aide pour une large majorité d'utilisateurs novices.

Les modèles d'activité classiques décrivent l'activité des sujets selon un cycle d'action-réaction qui comprend principalement trois aspects :

- la planification de la tâche courante ;
- la réalisation de la procédure ;
- l'évaluation des effets obtenus.

L'analyse des questions des sujets que nous avons effectuée a montré que leurs requêtes au cours des dialogues d'aide visent à obtenir des informations procédurales plutôt que des connaissances fonctionnelles sur le logiciel. A ce titre, leurs requêtes portent, selon le contexte considéré, sur une ou plusieurs des différentes étapes de la boucle d'activité. Ce résultat conduit à définir, par opposition aux classifications sémantiques d'informations proposées jusqu'ici, trois types pragmatiques d'informations d'aide : l'information de planification, l'information de réalisation et l'information d'évaluation.

L'information de planification doit permettre aux utilisateurs de franchir la distance d'exécution et d'établir le lien entre leurs objectifs et les fonctionnalités du logiciel. Une fois ce lien établi, l'information fournie doit leur permettre de réaliser la série d'actions nécessaire à la mise en œuvre de cette fonctionnalité. Enfin, pour leur permettre de valider le résultat obtenu, ou d'identifier les éventuelles erreurs de réalisation, il faut donner aux utilisateurs les moyens d'effectuer l'évaluation des actions réalisées.

La mise en œuvre de systèmes d'aide en ligne susceptibles de répondre à ce type de besoins représente à ce titre un défi scientifique encore non résolu. Il est important en effet de pouvoir connaître avec précision les objectifs des utilisateurs pour répondre à des demandes de ce type. Deux solutions sont envisageables : on peut soit demander aux utilisateurs d'exprimer leurs objectifs (comme c'est le cas dans les systèmes actuels), soit tenter d'inférer cette information à partir des actions des utilisateurs.

Cependant, étant données les difficultés éprouvées par les utilisateurs novices pour formuler leurs besoins avec précision, la solution consistant à demander aux sujets de formuler leurs intentions peut s'avérer peu efficace. On peut envisager de leur permettre de réaliser leurs

demandes en langue naturelle, mais cette approche s'avère difficile à mettre en œuvre, et rien ne garantit son efficacité.

L'autre solution, consistant à inférer de ses actions les intentions d'un utilisateur, s'avère tout aussi délicate : la faisabilité de cette démarche dans un logiciel possédant une interface d'utilisation graphique reste encore à démontrer. Dans tous les cas, une solution adaptée pour réaliser un système d'aide basé sur une analyse pragmatique dynamique des besoins des utilisateurs reste encore à mettre au point.

Evaluation ergonomique des stratégies contextuelles

Notre étude des interventions des experts a montré que ceux-ci s'attachent à répondre aux besoins effectifs des sujets dans le contexte d'interaction courant, plutôt qu'aux demandes explicitement formulées. Ce phénomène se justifie en raison de l'impossibilité dans laquelle se trouvent souvent les novices de formuler leurs besoins avec précision.

Pour cela, les experts utilisent des stratégies d'aide complexes, basées sur un ensemble d'inférences et de connaissances préliminaires assimilables à des savoir-faire, que nous n'avons pas entièrement pu mettre à jour.

Nous avons cependant proposé une modélisation des principaux comportements des experts humains, en nous basant sur l'étude des types d'informations fournis et des connaissances contextuelles exploitées par ces derniers. Cette analyse montre que l'information la plus largement utilisée est celle portant sur l'état courant de réalisation de la tâche. Sur la base de cette connaissance, les stratégies d'aide contextuelles des experts humains reposent principalement sur l'exploitation d'un motif (ou pattern) d'intervention répondant point par point aux besoins pragmatiques des sujets.

La présentation de l'information se fait selon un procédé d'accompagnement pas à pas afin qu'elle soit le plus proche possible du contexte courant d'interaction. Pour ce faire, les experts se basent sur les avancées successives de la réalisation de la tâche courante.

La troisième et dernière partie de ce travail a porté sur l'évaluation des stratégies d'aide contextuelles mises en évidence. Nous avons utilisé un protocole expérimental du type Magicien d'Oz qui nous a permis de simuler, grâce à la présence d'un compère, les comportements du système les plus complexes (notamment l'interprétation des demandes en langue naturelle).

L'analyse des résultats a montré que ce procédé d'aide se révèle plus efficace qu'une stratégie de présentation statique. Dans les cas d'utilisation de l'aide contextuelle les sujets participant à l'étude ont en effet obtenu de meilleures performances tout en réalisant un nombre moins important d'erreurs.

Les caractéristiques cognitives individuelles exercent des influences variées selon le type d'aide considéré. L'analyse statistique des performances des sujets montre que le facteur d'intelligence générale est plus fortement corrélé aux performances des sujets dans la

situation non contextuelle que dans la situation contextuelle (aussi bien du point de vue des réussites aux tâches que des stratégies de réalisation utilisées) ; un meilleur facteur d'intelligence générale étant associé à de meilleurs résultats. Le facteur d'intelligence générale donnant une estimation d'ensemble des capacités intellectuelles, il peut être associé à une évaluation des capacités de compréhension et d'utilisation des informations proposées par le système d'aide. On peut donc conclure de ces résultats que l'aide contextuelle permet une interprétation et une utilisation plus aisées des informations fournies. La stratégie d'aide testée semble donc, conformément à nos hypothèses de départ, favoriser une meilleure lisibilité des informations d'aide. Le fait que le nombre d'erreurs de réalisation observé soit moins important dans la situation contextuelle confirme ce résultat.

La caractéristique de dépendance-indépendance à l'égard du champ exerce au contraire une influence plus importante dans la situation d'aide contextuelle. Ce phénomène est lié au besoin de consultations successives de l'aide induit par les stratégies de présentation utilisées. Pour obtenir toutes les informations nécessaires à la réalisation d'une tâche, les sujets devaient se référer à l'aide à plusieurs reprises dans la situation contextuelle plutôt que de prendre connaissance de l'information procédurale dans son intégralité. Or, le facteur de dépendance à l'égard du champ est fortement corrélé au comportement exploratoire d'un individu : un sujet moins dépendant à l'égard du champ adoptera spontanément un comportement plus exploratoire qu'un sujet dépendant à l'égard du champ. Ce type de comportement a exercé une influence dans la stratégie de consultation de l'aide : les sujets indépendants du champ se sont montrés plus enclins à se référer aux messages successifs de l'aide en ligne dans la situation contextuelle, ce qui peut justifier les meilleures performances observées.

Bien que la stratégie contextuelle s'avère plus intrusive, cela ne semble pas représenter un handicap majeur, eu égard aux faibles écarts des temps de réalisation observés. Cependant, il est important de tenir compte de cet aspect des stratégies d'aide et de parvenir à limiter la gêne provoquée par les va-et-vient successifs entre l'application et l'aide. De plus, en contrecarrant cette difficulté on peut améliorer sensiblement les performances des sujets ayant un comportement moins exploratoire donc plus dépendants à l'égard du champ.

Une solution peut consister à exploiter les propriétés de modalités orales de présentation de l'information. Par le biais de messages d'aide oraux successifs, on peut inciter les utilisateurs à prendre connaissance des informations sans que cela demande de leur part une consultation active de ces messages. De plus, les stratégies de présentation pas à pas que nous avons exploitées peuvent permettre d'apporter une solution efficace au problème de la volatilité du support oral.

Nonobstant ces problèmes de mise en oeuvre, les résultats obtenus par les sujets s'avèrent encourageants et conduisent à penser que la mise en oeuvre de stratégies d'aide contextuelles dynamiques peut permettre de résoudre certaines difficultés posées par la problématique de l'aide en ligne. De nombreuses difficultés demeurent cependant, aussi bien du point de vue technique (notamment les problèmes posés par la reconnaissance des intentions des

utilisateurs) que du point de vue de la définition des stratégies contextuelles dynamiques à mettre en œuvre.

Perspectives

L'exploitation de plusieurs données fournies par notre étude expérimentale reste à réaliser. L'influence du type de stratégie d'aide sur l'apprentissage induit par l'utilisation du système d'aide contextuel reste à effectuer. De plus, plusieurs perspectives de recherche sont ouvertes.

Les enregistrements que nous avons recueillis au cours des expériences montrent que certains sujets ont spontanément mis en place des langages de consultation visant à leur permettre de naviguer dans les messages successifs proposés par le système contextuel. Nous pensons effectuer prochainement l'analyse de ces demandes pour permettre d'améliorer les stratégies de présentation que nous avons utilisées.

L'analyse que nous avons réalisée a également montré que les stratégies contextuelles s'avèrent d'autant plus efficaces que la tâche est difficile. Ce résultat souligne l'importance de l'élaboration d'un modèle dynamique des connaissances de l'utilisateur. L'intérêt de l'utilisation de stratégies de présentation contextuelle, plus complexes, semble réduire à mesure que les sujets développent de plus grandes connaissances sur le système.

Les stratégies contextuelles, en raison de leur caractère plus intrusif que les stratégies non contextuelles, risquent donc de s'avérer inefficaces pour des utilisateurs expérimentés. Si ceux-ci considèrent que le recours à l'aide s'avère trop coûteux, ils risquent d'abandonner le système après quelques utilisations. Pour parer à cette difficulté, il semble pertinent de proposer différents niveaux de messages pour une même tâche, de façon à répondre au mieux aux besoins des utilisateurs et à leur évolution avec la pratique.

Ce type de comportement de l'aide nécessite d'étudier des modèles permettant de représenter l'évolution des connaissances des utilisateurs. L'outil logiciel que nous avons implémenté propose des solutions pour tester de tels modèles ainsi que les stratégies d'aide adaptatives correspondantes.

Enfin, étant donnée la nature des stratégies d'aide que nous avons exploitées, la réalisation d'un système d'aide en ligne multimodal, utilisant la modalité orale, nous semble envisageable. L'évaluation ergonomique d'un tel système, qui n'est pas sans poser des difficultés spécifiques, doit cependant faire l'objet d'une étude approfondie.

BIBLIOGRAPHIE

- Amalberti, R. (1996). *La conduite des systèmes à risque*. Paris, Presses Universitaires de France.
- Amalberti, R.; Carbonell, N. et Falzon, P. (1993). User representations of computer systems in human-computer speech interaction. *International Journal of Man-Machine Studies*, vol. 38, pp. 547-566.
- Amalberti, R. et Hoc, J. M. (1993). *Un modèle heuristique des liens entre planification, diagnostic et action: point de départ pour des recherches sur la résolution de problème en contrôle de processus*. In C. d. c. d. prospective, P.I.R. Cognisciences du CNRS, Toulouse, 18-19 Novembre, 1993,
- Anderson, J. R. (1983). *The architecture of Cognition*. Cambridge, MA, Harvard University Press.
- Ausburn, L. J. et Ausburn, F. B. (1978). Cognitive styles: Some information and implications for instructional design. *Educational communication and technology*, vol. 26, pp. 337-354.
- Bach, C. (1991). A customizable direct manipulation user interface with automatic generation of help information. In *HCI International 91: Human aspects in computing*, Stuttgart, Lawrence Erlbaum Associates, September 1-6, pp. 920-924.
- Barthet, M.-F. (1988). *Logiciels interactifs et ergonomie, modèles et méthodes de conception*, Dunod Informatique.
- Bass, L.; Little, R.; Pellegrino, R.; Reed, S.; Seacord, R.; Sheppard, S. et Szezur, M. (1991). The arch model: Seeheim revisited. In *Proc. User Interface Developer's Workshop at CHI'91*, New Orleans, Louisiana, USA, pp. 2-26.
- Beaudoin-Lafon, M. (1997). Interaction instrumentale: de la manipulation directe à la réalité augmentée. In *Actes des Neuvièmes Journées sur l'Interaction Homme-Machine, IHM'97*, Poitiers, Septembre, 1997, Cepaduès Editions.
- Bederson, B. B.; Holland, J. D.; Perlin, K.; Meyer, J.; Bacon, D. et Furnas, G. (1996). PAD++: A zoomable graphical sketchpad for exploring alternate interface physics. *Journal of vision, Language and Computation*, vol. 7, pp. 3-32.
- Berg, M. (1997). What use for social theory in designing technology. In *Society for Social Studies of Science Annual Meeting*, University of Arizona, Tucson, 23-26 Octobre, 1997,
- Bernsen, N. O. (1994). Foundations of multimodal representations, a taxonomy of representational modalities. *Interacting with Computers*, vol. 6, pp. 347-371.
- Bétrancourt, M. et Tversky, B. (2000). Effect of computer animation on users' performance: a review. *Le Travail Humain*, vol. 63 (4), pp. 311-330.
- Bieger, G. R. et Glock, M. D. (1985). Comprehending spatial and contextual information in picture-text instructions. *Journal of Experimental Education*, vol. 54 (4), pp. 181-188.

- Black, J. B.; Carroll, J. M. et McGuigan, S. M. (1987). What kind of minimal instruction is the most effective. In *Proc. of CHI/GI International conference on human factors in computing systems and graphics interfaces*, Toronto, Canada, ACM Press & Addison Wesley, pp. 159-162.
- Bonnardel, R. (1970). *B.L.S. 4 - Test d'intelligence générale*. Paris, E.A.P.
- Booher, H. R. (1975). Relative comprehensibility of pictorial information and printed words in procedural instructions. *Human Factors*, vol. 17 (3), pp. 266-277.
- Borenstein, N. (1986). Is english a natural language. In *Foundation for human-computer communication*. I. A. Newman (Ed), North Holland, Amsterdam, pp. 47-72.
- Brajnik, G. et Tasso, C. (1994). A flexible tool for developing user modelling applications with non monotonic reasoning capabilities. *International Journal of Man-Machine Studies*, vol. 40 (1), pp. 31-62.
- Bransford, J. D. et Johnson, M. K. (1972). Contextual prerequisites for understanding: some investigations on comprehension and recall. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, vol. 11, pp. 716-726.
- Breedvelt-Schouten, I. M.; Paterno, F. D. et Severijns, C. A. (1997). Reusable structure in task models. In *Proceedings of DVIS'97 Design, Specification and Verification of Interactive System*, pp. 225-240.
- Breuker, J. (1990). *EuroHelp: Developing intelligent help systems, Report on the P280 ESPRIT project EUROHELP*. Kopenhagen, Amsterdam, Manchester, Leeds.
- Britton, B.; Glynn, S. et Smith, J. W. (1985). Cognitive demands of processing expository text: A cognitive workbench model. In *Understanding expository text*. J. Black (Ed), Lawrence Erlbaum Associates.
- Card, S. K.; Mackinlay, J. et Shneiderman, B. (1999). *Information Visualization*. Los Altos, Morgan Kaufmann.
- Card, S. K.; Moran, T. P. et Newell, A. (1980). The Keystroke Level Model for user performance timewith interactive systems. *ACM*, vol. 23 (7), pp. 396-410.
- Card, S. K.; Moran, T. P. et Newell, A. (1983). *The psychology of human-computer interaction*, Lawrence Erlbaum Associates.
- Carroll, J. B. (1993). *Human cognitive abilities: A survey of factor analytic studies*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Carroll, J. M. et Aaronson, A. P. (1989). Learning by doing with simulated intelligent help. In *The society of text: Hypertext, hypermedia and the social construction of information*. E. Barrett (Ed), MIT Press, Cambridge MA, pp. 423-452.
- Carroll, J. M. et Mack, R. L. (1992). Learning to use a word processor: by doing, by thinking and by knowing. In *Human factors in computing systems*. M. L. Schneider (Ed), Ablex Publishing Corporation, pp. 13-51.

- Carroll, J. M. et Rosson, M. B. (1987). Paradox of the active user. In *Interface thought: cognitive aspects of human-computer interaction*. J. M. Carroll (Ed), MIT Press, Cambridge, MA, pp. 81-111.
- Carroll, J. M.; Smith-Kerker, P. L.; Ford, J. R. et Mazur-Rimetz, S. A. (1987). The minimal manual. *Human-Computer Interaction*, vol. 3 (2), pp. 123-153.
- Chater, M. (1999). Contextualisation et structuralisation des évaluations: le modèle Interface, Contexte, Utilisateur. In *IHM'99*, Montpellier, Cépaduès, pp. 61-64.
- Chen, P. P. S. (1976). The Entity-Relationship Model - toward a unified view of data. *ACM Transactions on database systems*, vol. 1 (1), pp 9-36.
- Cohill, A. M. et Williges, R. C. (1985). Retrieval of help information for novice users of interactive computer systems. *Journal of The Human Factors and Ergonomics Society*, vol. 27 (3), pp. 335-343.
- Conklin, J. (1987). Hypertext: An introduction and survey. *IEEE Computer*, vol. 20, pp. 17-41.
- Coombs, M. J. et Alty, J. M. (1980). Face to face guidance of university computer users: Characterising advisory interactions. *International Journal of Man-Machine Studies*, vol. 12, pp. 389-405.
- Copeland, C. J. et Eccles, S. R. (1992). Skill metrics on a genetic graph as a mechanism for driving adaptation in an operating system interface. *International Journal of Man-Machine Studies*, vol. 36 (5), pp. 697-718.
- Coutaz, J. (1990). *Interfaces homme-machine; conception et réalisation*. Paris, Dunod Informatique.
- Coutaz, J. et Caelen, J. (1991). A taxonomy for multimedia and multimodal user interfaces. In *First ERCIM Workshop on Multimodal Human-Computer Interaction*, Lisbon, pp. 143-148.
- Coutaz, J.; Nigay, L.; Salber, D.; Blanford, A.; May, J. et Young, R. (1995). Four easy pieces for assessing usability of multimodal interaction: The CARE Properties. In *INTERACT'95: 5th IFIP International Conference on Human-Computer Interaction*, Lillehammer, Chapman & Hall, pp. 115-120.
- Coventry, L. (1989). Somme effects of cognitive style on learning UNIX. *International Journal of Man-Machine Studies*, vol. 31 (3), pp. 349-365.
- DeVries, G. et Johnson, G. I. (1997). Spoken help for a car stereo: an exploratory study. *Behaviour and Information Technology*, vol. 16 (2), pp. 79-87.
- Dixon, P. (1982). Plans and written directions for complex tasks. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, vol. 21, pp. 70-84.
- Dixon, P.; Faries, J. et Gabrys, G. (1988). The role of explicit actions-statements in understanding and using written directions. *Journal of memory and language*, vol. 27, pp. 649-667.

- Dixon, P.; Zimmerman, C. et Neary, S. (1997). Prior experience and complex procedures. *Memory and Cognition*, vol. 25 (3), pp. 381-394.
- Duffy, T. M.; Mehlenbacher, B. et Palmer, J. (1989). The evaluation of online help systems: a conceptual model. In *The society of text: hypertext, hypermedia and the social construction of reality*. E. Barrett (Ed), MIT Press, Cambridge, MA, pp. 362-387.
- Duffy, T. M.; Palmer, J. E. et Mehlenbacher, B. (1992). *Online help: Design and evaluation*, Ablex Publishing Corp.
- Dufresne, A. et Turcotte, S. (1997). Cognitive style and its implications for navigation strategies. In *AI-ED'97*. R. Mizoguchi (Ed), IOS Press, Kobe, Japon, pp. 287-293.
- Dzida, W.; Hoffmann, C. et Valder, W. (1987). Mastering the complexity of dialogue systems by the aid of workcontexts. In *INTERACT'87 (2nd IFIP TC13 International Conference on Human-Computer Interaction)*, Stuttgart, North Holland, pp. 29-33.
- Edwards, D. M. et Hardman, L. (1989). "Lost in hyperspace": Cognitive mapping and navigation in a hypertext environment. In *Hypertext: theory into practice*. R. McAleese (Ed), Intellect Limited, Oxford, pp. 105-125.
- Falzon, P.; Amalberti, R. et Carbonell, N. (1986). Dialogue control strategies in oral communication. In *Foundation for Human-Computer Communication*. I. A. Newman (Ed), North Holland, Amsterdam, pp. 73-98.
- Falzon, P. et Karsenty, L. (1997). *Dialogue et coopération*. Rapport final de contrat, PRC Science Cognitives, Paris.
- Fisher, G.; Lemke, A. et Schwab, T. (1985). Knowledge-based help systems. In *CHI'85 International Conference on Human Factors in Computing Systems*, San Fransisco, ACM Press & Addison Wesley, pp. 161-167.
- Fitts, P. M. (1954). The information capacity of the human motorsystem in controlling the amplitude of movement. *Journal of Experimental Psychology*, vol. 47, pp. 381-391.
- Foley, J. D. (1994). History, Results and bibliography of the User Interface Design Environment (UIDE), an Early Model-Based for User Interface Design and Implementation. In *Proc. of DSV-IS'94*, Carrara, 8-10 Juin 1994, pp. 3-14.
- Foley, J. D. et Dam, A. V. (1982). *Fundamentals of interactive computer graphics*. Reading, MA, Addison Wesley Publishing Corporation.
- Fong, G. T.; Kranz, D. H. et Nisbett, R. E. (1986). The effects of statistical training on thinking about everyday problems. *Cognitive Psychology*, vol. 18 (3), pp. 253-292.
- Foss, D. J.; Smith-Kerker, P. L. et Rosson, M. B. (1987). On comprehending a computer manual: analysis of variables affecting performance. *International Journal of Man-Machine Studies*, vol. 26, pp. 277-300.
- Freitas, H. et Ballaz, B., Eds. (1992). *Le comportement de l'utilisateur final à partir d'une méthode automatisée d'évaluation: une typologie comportementale de l'utilisateur*. Cahier de recherche.

- Garlatti, S. et Iksal, S. (1999). Documents virtuels personnalisables pour des systèmes d'information en ligne. In *IHM'99*, Montpellier, 22-26 Novembre 1999, pp.
- Gibson, J. J. (1977). The theory of affordances. In *Perceiving, Acting and Knowing*. J. Bransford (Ed), Lawrence Erlbaum Associates, pp 67-82.
- Gibson, J. J. (1979). *The ecological approach to visual perception*. Boston, Houghton Mifflin.
- Glenberg, A. M. et Langston, W. E. (1992). Comprehension of illustrated text: Pictures help to build mental models. *Journal of memory and language*, vol. 31 (2), pp. 129-151.
- Goodstein, L. P.; Andersen, H. B. et (Eds.), S. E. O. (1988). *Tasks, Errors and Mental Models*. London, Taylor Francis.
- Grant, A. S. (1990). *Modelling Cognitive Aspects of Complex Control Tasks*. PhD Thesis, University of Strathclyde;
- Grant, S. (1994). Modeling complex cognition: Contextual modularity and transitions. In *Proceedings of The 4th International Conference on User Modeling*, pp. 157-162.
- Hammouche, H. (1993). *De la modélisation des tâches à la spécification d'interfaces utilisateurs*. 1999, Institut National de Recherche en Informatique et Automatique,
- Harris, G.; Begg, I. et Upfold, D. (1980). On the role of the speaker's expectations in interpersonal communication. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, vol. 19, pp. 597-607.
- Harrison, S. (1995). A comparison of still, animated or nonillustrated on-line help with written or spoken instructions in a graphical user interface. In *CHI'95 (International Conference on Human Factors in Computing Systems)*, Denver, CO, ACM Press & Addison Wesley, pp. 82-89.
- Hauptmann, A. G. et Green, B. F. (1983). A comparison of command, menu-selection and natural language computer programs. *Behaviour and Information Technology*, vol. 2 (2), pp. 163-178.
- Hoc, J. M. (1998). *Modèles cognitifs de l'opérateur humain*. In C. d. j. A. e. Homme", Valenciennes, 1-10 Septembre, 1998,
- Holcomb, R. et Tharp, A. L. (1991). What users say about software usability. *International Journal of Human-Computer Interaction*, vol. 3 (1), pp. 49-78.
- Horvitz, E.; Breese, J.; Heckerman, D.; Hoverl, D. et Rommelse, D. (1998). The Lumiere Project: Bayesian user modelling for inferring the goals and needs of software users. In *14th Conference on Uncertainty in Artificial Intelligence*, Madison, WI, Morgan Kauffmann Publishers, pp. 256-265.
- Howie, D. E. et Vicente, K. J. (1998). Making the most of ecological interface design: the role of self explanation. *International Journal of Human-Computer Studies*, vol. 49, pp. 651-674.

- Hutchins, E. L.; Hollan, J. D. et Norman, D. A. (1986). Direct manipulation interfaces. In *User Centered Design* (Ed), Hilldale NJ: Lawrence Erlbaum Associates, pp. 87-124.
- Huteau, M. (1979). Style cognitif et pensée opératoire. *Bulletin de psychologie*, vol. 33 (12-15), pp. 667-674.
- John, B. E. (1990). Extensions of GOMS analyses to expert performance requiring perception of dynamic visual and auditory information. In *CHI'90 Human Factors in Computing Systems*, ACM, pp. 107-115.
- Karsenty, L. (1997). Coopération, dialogue et contexte partagé. In *Rapport Final, Dialogue et coopération*, pp. 79-101.
- Kearsley, G. (1988). *Online help systems: design and implementation*, Ablex Publishing Corporation.
- Keinonen, T. (1998). *One-dimensional usability - Influence of usability on consumers' product preference*. PhD Thesis, University of Art and Design; Helsinki.
- Kekete, J. D. (1996). *Un modèle multi-couche pour la construction d'applications graphiques interactives*. PhD Thesis, Université Paris 10; Orsay.
- Kieras, D. E. (1988). Towards a practical GOMS model methodology for user interface design. In *The Handbook of Human-Computer Interaction*. M. Helander (Ed), North Holland, Amsterdam, pp. 135-158.
- Kieras, D. E. (1996). Guide to GOMS model usability evaluation using NGOMSL. In *The Handbook of Human-Computer Interaction, 2nd Ed.* T. Landauer (Ed), North Holland, Amsterdam.
- Kieras, D. E. et Bovair, S. (1984). The role of a mental model in learning to operate a device. *Cognitive science*, vol. 8, pp. 255-273.
- Kieras, D. E.; Bovair, S. et Tibbits, S. (1984). *How experts and nonexperts operate electronic equipment from written instructions*. Technical report n° 14, UARZ/DP/TR-83/ONR-14, University of Arizona, Tucson.
- Lamping, J.; Rao, R. et Pirolli, P. (1995). A focus + context technique based on hyperbolic geometry for visualizing large hierarchies. In *CHI'95 (International Conference on Human Factors in Computing Systems)*, Denver, CO, ACM Press & Addison Wesley, pp. 401-408.
- Lazonder, A. W. et Maij, H. V. D. (1993). The minimal manual: Is less really more. *International Journal of Man-Machine Studies*, vol. 93, pp. 729-752.
- Lenay, C. (2002). Technologies cognitives: Technologies numériques, Systèmes d'aide et Normes. In *Séminaire inter-disciplinaire sur la cognition*, Université de technologie de Compiègne, 21-25 Janvier, pp. 1-4.
- Linard, M. (1998). L'écran de TIC: dispositif d'interaction et d'apprentissage: la conception des interfaces à la lumière des théories de l'action. In *Colloque Dispositifs et médiation des savoirs*, Louvain-la-Neuve, Avril, 1998,

- Mack, R. L.; Lewis, C. et Carroll, J. M. (1983). Learning to use a word processor: Problems and prospect. In *ACM Transactions in office information systems*. W. B. Crofts, vol. 1, pp. 254-271.
- Mack, R. L.; Lewis, C. et Carroll, J. M. (1983). Learning to use word processors: problems and prospects. In *ACM transactions in office information systems*, pp. 254-271.
- Mallen, L. C. (1995). *Designing intelligent help within information processing system*. PhD Thesis, Leeds University; Leeds.
- Mantei, M. et Haskell, N. (1983). Autobiography of a first time discretionary microcomputer user. In *CHI'83 International Conference on Human factors in Computing Systems*, Boston, MA, ACM Press, April, pp. 286-290.
- Messick, S. (1976). *Individuality in learning*. San Francisco, Jossey-Bass.
- Miyake, N. et Norman, D. A. (1979). To ask a question, one must know enough to know what is not known. *Journal of verbal learning and verbal behaviour*, vol. 18, pp. 357-364.
- Moore, J. D. et Swartout, W. R. (1990). Pointing: a way toward explanation dialogue. In *Eighth National Conference on Artificial Intelligence*, Boston, MA, AAAI Press, pp. 547-464.
- Moran, T. P. (1981). The Command Language Grammar: a representation for the user interface of interactive computer systems. *International Journal of Man-Machine Studies*, vol. 15, pp. 3-50.
- Moriyon, R.; Szelkely, P. et Neches, R. (1994). Automatic generation of help from interface design models. In *CHI'94 (International Conference on Human Factors in Computing Systems)*, Boston, MA, ACM Press & Addison Wesley, pp. 225-231.
- Morrell, R. W. et Park, D. C. (1993). The effects of age, illustrations and task variables on the performance of procedural assembly tasks. *Psychology and aging*, vol. 8 (3), pp. 389-399.
- Muylwijk, B. V.; Veer, G. D. V. d. et Waern, Y. (1983). On the implications of user variability in open systems. An overview of the little we know and the lot we have to find out. *Behaviour and Information Technology*, vol. 2, pp. 212-326.
- Nanard, J. et Nanard, M. (1993). Hypertexte à base de connaissances et génération dynamique d'interface. In *Cinquièmes journées sur l'ingénierie des interfaces homme-machine*, Lyon, 19-20 Octobre, pp.
- Newell, A. et Simon, H. A. (1972). *Human problem solving*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Wall.
- Nielsen, J. (1993). *Usability engineering*. Noston, Academic Press Inc.
- Nielsen, J.; Mack, R. L.; Bergendorff, K. H. et Grischkowsky, N. L. (1986). Integrated software usage in the professional work environment: Evidence from questionnaires and interviews. In *Human Factors in Computing Systems, CHI'86*, New York, ACM Press, pp. 162-167.

- Norman, D. A. (1983). Design Rules Based on Analyses of Human Errors. *Communications of the ACM*, vol. 26 (4), pp. 254-258.
- Norman, D. A. (1986). *User Centered System Design: New Perspectives on Human-Computer Interaction*, Lawrence Erlbaum Associates.
- Norman, D. A. (1988). *The psychology of everyday things*. New York, Basic Books.
- Norman, D. A. (1990). *The design of every things*. New York, Doubleday.
- Normand, V. (1992). *Le modèle SIROCO: de la spécification conceptuelle des interfaces utilisateurs à leur réalisation*. PhD Thesis, Université Joseph Fourier; Grenoble.
- Nwana, H. (1990). The evaluation of an intelligent tutoring system. *ITM*, vol. 1 (3), pp. 117-132.
- Oltman, P. K.; Raskin, E. et Witkin, H. A. (1978). *Manuel du test collectif des figures cachées (TCFC)*, Institut de recherches psychologiques.
- Paiva, A. et Self, J. (1994). A learner model reason maintenance system. In *ECAI'94 (European Conference on Artificial Intelligence)*, Amsterdam, August 8-12, pp. 193-196.
- Paiva, A.; Self, J. et Hartley, J. R. (1994). On the dynamics of learner models. In *ECAI'94 (European Conference on Artificial Intelligence)*, Amsterdam, August 8-12, pp. 178-182.
- Palmer, J. E. (1992). Medium of delivery and the design process. In *Online help: Design and evaluation*. B. Melhenbacher (Ed), Ablex Publishing, pp. 23-40.
- Palmiter, S. et Elkerton, J. (1991). An evaluation of animated demonstrations for learning computer-based tasks. In *CHI'91 (International Conference on Human Factors in Computing Systems)*, New Orleans, LA, ACM Press & Addison Wesley, pp. 257-263.
- Paquette, G. (1996). La modélisation par objets typés - une méthode de représentation pour les systèmes d'apprentissage et d'aide à la tâche. *Sciences et techniques éducatives*, vol. 3 (1).
- Paquette, G. et Tchounikine, P. (2001). Une approche méthodologique pour la construction des systèmes conseillers. *Sciences et techniques éducatives*, vol. 9 (1).
- Pejtersen, A. M. et Rasmussen, J. (1997). Ecological Information Systems and Support of Learning: Coupling Work Domain Information to User Characteristics. In *Handbook of Human-Computer Interaction*. P. Prabhu (Ed), Elsevier Science, pp. 315-346.
- Petit-Rozé, C.; Strugeon, E. G.-L.; Abed, M.; Uster, G. et Kolski, C. (2000). *Recherche d'informations personnalisées*. In C. I. NîmesTIC, Nîmes, Septembre, 2000,
- Pfaff, G. E. (1985). *User Interface Management Systems*. Berlin, Springer-Verlag.
- Piaget, J. (1974). *Réussir et comprendre*. Paris, Presses Universitaires de France.

- Pilkington, R. M. (1992). Question-answering for intelligent on-line help: the process of intelligent responding. *Cognitive Science*, vol. 16 (4), pp. 455-491.
- Preece, J. (1993). Hypermédia, multimédia et facteurs humains. In *Hypermedia and Human factors in Interactive Multimedia, Practice and promise* (Ed), Kogan Page, Londres, pp. 135-164.
- Quast, K.-J. (1993). Plan recognition for context sensitive help. In *IWIUI'93 (International Workshop on Intelligent User Interfaces)*, Orlando, FL, ACM Press, Janvier, pp. 89-96.
- Raskutti, B. et Zukerman, I. (1997). Generating queries and replies during information-seeking interactions. *International Journal of Human Computer Studies*, vol. 47 (6), pp. 689-734.
- Rasmussen, J. (1986). *Information processing and Human-Machine Interaction: an approach to cognitive engineering*. New York, North Holland.
- Ravden, S. J. et Johnson, G. I. (1989). *Evaluation usability of human-computer interfaces: A practical method*. New York, Ellis Horwood Limited.
- Reason, J. (1990). *Human Error*, Cambridge University Press.
- Richard, J.-F. (1983). *Logique du fonctionnemnt, logique de l'utilisation*. Rapport de recherche n°202, INRIA, Rocquencourt.
- Richard, J.-F. (1986). *The semantics of action: Its processing as a function of the task*. 542, Institut National de Recherche en Informatique et Automatique, Rocquencourt.
- Richard, J.-F. (1987). *Learning how to use a command device: a problem solving approach*. 709, Institut National de recherche en Informatique et Automatique, Rocquencourt.
- Richard, J.-F. (1990). Compréhension de textes à visée pragmatique. In *Traité de psychologie cognitive*. R. Ghiglione (Ed), Dunod, Paris, vol. 2, pp. 80-92.
- Richard, J.-F. (1990). L'acquisition des connaissances. In *Les activités mentales*, pp. 159-180.
- Richard, J.-F. (1994). Compréhension de textes de consignes d'action. In *Cours de psychologie*. J.-F. Richard (Ed), Dunod, Paris, vol. 3, pp. 23-33.
- Richard, J.-F. (1995). *Les activités mentales. Comprendre, raisonner, trouver des solutions*. Paris, Armand Colin.
- Robertson, I. T. (1985). Human information processing strategies and style. *Behaviour and Information Technology*, vol. 14 (1), pp. 19-29.
- Rockart, J. et Flannery, L. S. (1981). The management of End User computing. In *International conference on Information Systems*, pp.
- Roestler, A. W. et McLellan, S. G. (1995). What help do users need? Taxonomies for on-line help information needs and access methods. In *CHI'95: International Conference on*

- Human Factors in Computing Systems*, Denver, CO, ACM Press & Addison Wesley, pp. 437-441.
- Rumbaugh, J.; Blaha, M.; Premerlani, W.; Eddy, F. et Lorensen, W. (1991). *Object-Oriented Modelling and Design*, Englewood Cliffs.
- Scapin, D. et Bastien, J. M. C. (2001). Analyse des tâches et aide ergonomique à la conception: l'approche MAD. In *Systèmes d'information et interactions homme-machine*. C. Kolski (Ed), Hermès, Toulouse.
- Schreiber, G.; Wielinga, B. et Breuker, J. (1993). *KADS: A principled approach to knowledge-based system development*. London, Academic Press.
- Sébillotte, S. et Scapin, D. L. (1994). From users' task knowledge to high level interface specification. *International Journal of Human-Computer Interaction*, vol. 6, pp. 1-15.
- Sellen, A. et Nicol, A. (1990). Building user-centered on-line help. In *The art of human computer interface design*. B. Laurel (Ed), Addison Wesley, New York, pp. 143-153.
- Shneiderman, B. (1983). Direct manipulation: A step beyond programming languages. *IEEE Computer*, vol. 16, pp. 57-69.
- Shneiderman, B. (1987). *Designing the user interface: Strategies for effective Human-Computer Interaction*, Addison Wesley.
- Shneiderman, B. (1993). *Sparks of Innovations in Human-Computer Interaction*., Ablex Publishing Corp.
- Sleeman, D. et Smith, M. J. (1981). Modelling student problem solving. *Artificial Intelligence*, vol. 16, pp. 171-187.
- Small, D. et Weldon, L. (1983). An experimental comparison of natural and structured query languages. *Human Factors*, vol. 25, pp. 253-263.
- Smith, E. E. et Spoehr, K. T. (1985). *Understanding instructions. Basic processes and individual differences in understanding and using instructions*. 3029, Final report. Office of naval research, United states government,
- Sowa, J. F. (1984). *Conceptual Structures, Information Processing in Mind Machine*. Reading, MA, Addison-Wesley Publishing Co.
- Spearman, C. (1927). *The abilities of man*. New York, Macmillan.
- Sperber, D. et Wilson, D. (1995). *Relevance: Communication and cognition*. Oxford, Blackwell.
- Sticht, T. G. (1985). Understanding readers and their uses of texts. In *Designing usable texts*. R. Waller (Ed), Academic Press Inc., London, pp. 315-340.
- Stone, D. E. et Glock, M. D. (1981). How do young adults read directions with and without pictures? *Journal of Educational Psychology*, vol. 73, pp. 419-426.

- Streitz, N. A. (1988). Mental models and metaphors: implications for the design of adaptative user-system interfaces. In *Learning Issues for Intelligent Tutoring Systems*. A. Lesgold (Ed), Springer-Verlag, New-York.
- Suchman, L. (1985). *Plans and situated actions*. Palo Alto, CA, Xerox Corporation.
- Sutcliffe, A. G. et Old, A. C. (1987). Do users know they have user models? Some experiences in the practice of user modelling. In *INTERACT'87 (Second IFIP TC 13 International Conference on Human-Computer Interaction)*, Stuttgart, D, Elsevier North Holland, pp. 36-41.
- Tattershall, C. (1990). *Question-answering and explanation giving in on-line help systems: A knowledge based approach*. PhD Thesis, University of Leeds, School of Education, Leeds, UK.
- Thiébaud, E. (2001). *L'intelligence et sa mesure: Introduction aux tests de Bonnardel*, Editions et Applications Psychologiques.
- Turk, K. L. et Nichols, M. C. (1996). Online Help Systems: Technological evolution or revolution. In *International Conference of Computer Documentation*, ACM Press, 20-23 October, pp 239-242.
- Vernier, F. et Nigay, L. (2000). Interfaces multimodales: composition et caractérisation des modalités de sortie. In *ERGO-IHM'2000*, Biarritz, Octobre, pp. 203-210.
- Villegas, L. et Eberts, R. E. (1994). A neural network tool for identifying text-editing goals. *International Journal of Human-Computer Studies*, vol. 40, pp. 813-833.
- Villegas, L.; Phillips, C. et Eberts, C. (1992). Using neural net modelling for user assistance in HCI Tasks. *International Journal of Human-Computer Interaction*, vol. 4 (1), pp. 59-77.
- Waern, Y. (1989). *Cognitive aspects of computer supported tasks*.
- Wilenski, R. (1984). Talking to UNIX in English: an overview of an on-line UNIX consultant. *AI Magazine*, vol. 5, pp. 29-39.
- Witkin, H. A. (1965). Psychological differentiation and form of pathology. *Journal of Abnormal and Social Psychology*, vol. 70, pp. 317-336.
- Witkin, H. A.; Dijk, R. B.; Faterson, H. F.; Goodenough, D. R. et Kapp, S. A. (1962). *Psychological differentiation: Studies of development*. New York, Wiley.
- Witkin, H. A.; Oltman, P. K.; Raskin, E. et Karp, S. A. (1971). *A manual for embedded figures test*. Palo Alto, Consulting Psychologists Press.
- Wolz, U. (1993). Providing opportunistic enrichment in customizable online assistance. In *IWIUI'93 (International Workshop on Intelligent User Interfaces)*, Orlando.
- Wright, P. (1996). The comprehension of written instructions: Examples from health materials. In *Literacy: An international Handbook*. D. Wagner (Ed), Garland Publishing Inc., New York.

Yourdon, E. (1989). *Modern Structured Analysis*, Englewood Cliffs.

INDEX DES FIGURES

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figure 1 : Avantages de la manipulation directe, d'après Shneiderman (Shneiderman, 1987). | 23 |
| Figure 2 : Origine des difficultés de l'utilisateur lors d'une interaction homme-machine, d'après (Chater, 1999). | 28 |
| Figure 3 : Typologie des utilisateurs, d'après Newell et Simon (Newell and Simon, 1972). | 31 |
| Figure 4 : Consultation d'un manuel ou d'une aide en ligne – Description des opérations. | 36 |
| Figure 5 : Difficultés des utilisateurs novices, d'après Macke, Lewis et al. (Mack, Lewis et al., 1983). | 37 |
| Figure 6 : Principaux problèmes d'utilisation de l'aide, selon (Kearsley, 1988 ; Sellen & Nicol, 1990). | 39 |
| Figure 7 : Principes de conception du paradigme du manuel minimum. D'après (Carroll, Smith-Kerker et al., 1987). | 44 |
| Figure 8 : Niveau d'activité et erreurs (Reason, 1990). | 47 |
| Figure 9 : Consultation d'informations d'aide par navigation – Performances dans différents contextes (Cohill & Williges, 1985), d'après (Kearsley, 1988). | 50 |
| Figure 10 : Taxonomie des demandes d'informations d'aide, d'après Roestler et McLellan (Roestler and McLellan, 1995). | 55 |
| Figure 11 : Taxonomie des requêtes de demandes d'aide, d'après Pilkington (Pilkington, 1992). | 56 |
| Figure 12 : Taxonomie des modèles de l'utilisateur, à partir de Sutcliffe et Old (Sutcliffe and Old, 1987). | 68 |
| Figure 13 : Situation expérimentale avec écran partagé. | 89 |
| Figure 14 : Définition des différents niveaux de contexte. | 92 |
| Figure 15 : Répartition des demandes des sujets en fonction des critères de la grille d'analyse choisie. | 124 |
| Figure 16 : Théorie de l'action de Norman : cycle d'action/réaction. (d'après (Norman, 1986). | 126 |
| Figure 17 : Distance d'exécution. | 127 |
| Figure 18 : Stratégies d'acquisition d'information des novices. | 132 |
| Figure 19 : Répartition des interventions des experts par catégorie, sur l'ensemble du corpus. | 135 |
| Figure 20 : Schéma des correspondances question-réponse théoriques. | 136 |
| Figure 21 : Schéma des correspondances question-réponse effectives. | 137 |
| Figure 22 : Décomposition d'une tâche complexe en sous-tâches selon une hiérarchie à trois niveaux. | 140 |
| Figure 23 : Exemple de décomposition à trois niveaux de la tâche Sélectionner du texte. | 140 |
| Figure 24 : Boucle d'action/réaction de niveau 1. | 141 |
| Figure 25 : Organisation temporelle des interventions d'aide par rapport à l'activité du novice. | 144 |
| Figure 26 : Adaptation de l'aide aux besoins courants des sujets. | 145 |
| Figure 27 : Pourcentage des interventions non contextuelles pour chaque catégorie d'interventions. | 146 |
| Figure 28 : Répartition des références au contexte dans les interventions de type Instruire. | 147 |
| Figure 29 : Répartition des références au contexte dans les interventions de type Evaluer. | 148 |
| Figure 30 : Répartition des références au contexte dans les interventions de type Informer. | 149 |
| Figure 31 : Exemple de décomposition – Tâche "Sauvegarder un document"(MS Word) selon le modèle GOMS. | 159 |
| Figure 32 : Illustration du formalisme de description des tâches. Arborecence partielle de la tâche "Remplacer un mot par un texte". | 161 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figure 33 : Arbre simplifié décrivant la tâche "Remplacer un mot par un texte". | 162 |
| Figure 34 : Exemple de décomposition de la tâche "Remplacer un mot par un texte", avec association des messages d'aide. | 163 |
| Figure 35 : Présentation de l'éditeur de conception. | 166 |
| Figure 36 : Conception d'une expérience. On réalise l'arbre des tâches décrivant toutes les tâches à réaliser. | 166 |
| Figure 37 : Interface d'association des messages d'aide aux nœuds de l'arbre des tâches. | 168 |
| Figure 38 : Options de filtrage des messages associés aux nœuds de l'arbre des tâches. | 169 |
| Figure 39 : L'interface compère permettant la gestion et l'activation des messages au cours de l'expérience. | 170 |
| Figure 40 : Extrait d'un fichier de sauvegarde données expérimentales. Cet exemple est tiré des données issues de l'expérience présentée au chapitre 8. | 171 |
| Figure 41 : Exemple de message d'aide non contextuel. | 177 |
| Figure 42 : Exemple de message contextuel ; tâche "Insérer un saut de page", sous-tâche "Sélectionner le type de saut". | 180 |
| Figure 43 : Classement par ordre croissant de stabilité des caractéristiques interindividuelles ; d'après (Muylwijk, Veer et al., 1983). | 182 |
| Figure 44 : Structure des aptitudes cognitives, d'après (Carroll, 1993). | 186 |
| Figure 45 : Environnement de travail des sujets. | 188 |
| Figure 46 : Le dispositif des compères. | 189 |
| Figure 47 : Dispositif utilisé pour le post-test. | 192 |
| Figure 48 : Les trois groupes considérés pour l'analyse des performances des sujets. | 195 |
| Figure 49 : Comparaison des taux moyens de réussite aux tâches en fonction du type d'aide. | 197 |
| Figure 50 : Comparaison des taux moyens de réalisations optimales en fonction du type d'aide. | 198 |
| Figure 51 : Pourcentages de réussite par tâche, pour les groupes B (aide non contextuelle) et C (aide contextuelle). | 199 |
| Figure 52 : Classement comparatif des performances, tâche par tâche, des deux systèmes d'aide. | 200 |
| Figure 53 : Différences entre les taux de réussite dans les situations B et C en fonction de la difficulté des tâches. | 201 |
| Figure 54 : Système contextuel ; courbe de corrélation entre la dépendance à l'égard du champ et les réussites. $C=0,545$. | 204 |
| Figure 55 : Système contextuel ; courbe de corrélation entre la dépendance à l'égard du champ et les stratégies optimales. $C=0,753$. | 205 |
| Figure 56 : Système non contextuel ; courbe de corrélation entre la dépendance à l'égard du champ et les réussites. $C=0,013$. | 205 |
| Figure 57 : Système non contextuel ; courbe de corrélation entre la dépendance à l'égard du champ et les stratégies optimales. $C=0,248$. | 206 |
| Figure 58 : Système contextuel ; courbe de corrélation entre le facteur d'intelligence général et les réussites. $C=0,265$. | 207 |
| Figure 59 : Système contextuel ; courbe de corrélation entre le facteur d'intelligence général et les stratégies optimales. $C=0,109$. | 207 |
| Figure 60 : Système non contextuel ; courbe de corrélation entre le facteur d'intelligence général et les réussites. $C=0,377$. | 208 |
| Figure 61 : Système non contextuel ; courbe de corrélation entre le facteur d'intelligence général et les stratégies optimales. $C=0,404$. | 208 |
| Figure 62 : Temps moyen de réalisation des tâches (en secondes). | 211 |
| Figure 63 : Différences des temps moyens de réalisation des tâches entre le système d'aide contextuel et le système d'aide non contextuel. | 212 |

INDEX DES TABLEAUX

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tableau 1 : Extrait du corpus du GEDIC, situation avec écran partagé..... | 90 |
| Tableau 2 : Tableau récapitulatif du champ <i>Initiative</i> | 99 |
| Tableau 3 : Tableau récapitulatif du champ <i>Forme</i> | 100 |
| Tableau 4 : Tableau récapitulatif du champ <i>Questions</i> | 102 |
| Tableau 5 : Tableau récapitulatif du champ <i>Contexte implicite</i> | 106 |
| Tableau 6 : Tableau récapitulatif du champ <i>Réponses</i> | 108 |
| Tableau 7 : Tableau récapitulatif du champ <i>Objet</i> | 114 |
| Tableau 8 : Tableau récapitulatif du champ <i>Contexte explicite</i> | 115 |
| Tableau 9 : Exemple de découpage d'une intervention en unités élémentaires d'information | 120 |
| Tableau 10 : Extrait du corpus du GEDIC..... | 120 |
| Tableau 11 : Extrait du corpus étiqueté..... | 121 |
| Tableau 12 : Exemple d'annotation du contexte explicite..... | 122 |
| Tableau 13 : Exemple d'annotation du contexte implicite ou contexte nécessaire..... | 123 |
| Tableau 14 : Tableau des correspondances question-réponse..... | 137 |
| Tableau 15 : Répartition thématique (tâche atomique, simple ou complexe) des interventions de type <i>Instruire</i> | 139 |
| Tableau 16 : Extrait de dialogue illustrant la stratégie d'instruction des experts..... | 141 |
| Tableau 17 : Répartition des interventions <i>Instruire</i> en fonction de la nature des informations contextuelles qu'elles utilisent..... | 142 |
| Tableau 18 : Répartition des sujets en fonction des situations expérimentales..... | 194 |
| Tableau 19 : Performances des sujets des Groupes A et B..... | 194 |
| Tableau 20 : Pourcentages de réussites et de réalisations optimales par tâche pour chacun des groupes A, B, C..... | 196 |
| Tableau 21 : Analyse statistique du test t ; comparaison des taux de réussites inter tâches pour les groupes de tâches A, B et C..... | 197 |
| Tableau 22 : Analyse statistique du test t ; comparaison des taux de stratégies optimales inter tâches pour les groupes de tâches A, B et C..... | 198 |
| Tableau 23 : Classement des tâches par difficulté croissante. Les valeurs données sont les taux moyens de réussite pour chaque tâche, toutes situations confondues..... | 200 |
| Tableau 24 : Notes obtenues par les 16 sujets aux tests BLS4 et GEFT..... | 202 |
| Tableau 25 : Analyse du t, calcul des probabilités..... | 203 |
| Tableau 26 : Coefficients de corrélation entre la dépendance à l'égard du champ et les performances des sujets, en fonction du type d'aide utilisé..... | 204 |
| Tableau 27 : Coefficients de corrélation entre la dépendance à l'égard du champ et les performances des sujets, en fonction du type d'aide utilisé..... | 206 |
| Tableau 28 : Temps moyens de réalisation des tâches (en secondes)..... | 211 |

Monsieur CAPOBIANCO Antonio

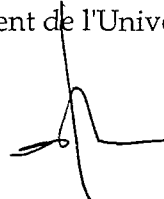
DOCTORAT de l'UNIVERSITE HENRI POINCARÉ, NANCY 1
en INFORMATIQUE

VU, APPROUVÉ ET PERMIS D'IMPRIMER

no 745

Nancy, le 12 novembre 2002

Le Président de l'Université


CI. BURLET



Stratégies d'aide en ligne contextuelles : acquisition d'expertises, modélisation et évaluation expérimentale.

Thèse présentée par Antonio Capobianco

Résumé :

Les réalisations actuelles en matière d'aide en ligne sont souvent inadaptées aux besoins réels des utilisateurs et échouent à leur apporter une aide efficace. Les recherches récentes se sont centrées sur la résolution des difficultés techniques posées par la mise en œuvre de systèmes d'aide dynamiques. Cependant, peu d'études se sont intéressées à l'évaluation de l'usage de telles aides et à leur influence sur l'appropriation des informations par l'utilisateur final. Nous proposons une recherche expérimentale basée sur une approche ascendante visant à étudier les stratégies d'aide contextuelles dynamiques.

Dans un premier temps nous avons réalisé l'analyse d'un corpus de dialogues d'aide mettant en scène un expert humain et un sujet novice afin d'en extraire les principales stratégies d'aide mises en œuvre. L'implémentation des stratégies identifiées dans un système expérimental d'aide a permis de réaliser leur évaluation au cours d'une expérimentation reposant sur le protocole du Magicien d'Oz. Cette étude nous a conduit à proposer un ensemble de recommandations pour la réalisation de systèmes d'aide en ligne contextuels.

Mots clé : Aide à l'utilisateur, documents procéduraux, évaluation ergonomique, dialogue homme-machine, acquisition d'expertises, magicien d'Oz.

Abstract :

Current online help systems usually are unsuitable to the user's actual needs, and fail to help them efficiently. Recent research focused on solving issues concerning the design of dynamic help systems. Although, few research has focused on the appraisal of the use of such help systems and their influence on the end user's information assimilation.

Therefore, we performed an experimental study, based on a bottom-up approach, in order to study contextual dynamic help systems.

First of all, we analysed a corpus of help dialogs involving human experts and novice users, in order to elicit the help strategies used by the experts. The implementation of the identified strategies in an experimental online help system allowed us to evaluate them during an experimentation based on the Wizard of Oz protocol. That study led us to propose a set of recommendations for the realization of contextual online help systems.

Keywords : Online help, procedural information, usability evaluation, human-computer interaction, human expertise elicitation, wizard of Oz.