

*Avant-projet MErLin**Méthodes pour l'Ergonomie des Logiciels Interactifs**INRIA-Rocquencourt, Loria, Université René Descartes*

THÈME 3A

 *Rapport  
d'Activité*

1999



## Table des matières

<b>1</b>	<b>Composition de l'équipe</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Présentation et objectifs généraux</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Fondements scientifiques</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>Domaines d'applications</b>	<b>7</b>
<b>5</b>	<b>Résultats nouveaux</b>	<b>8</b>
5.1	Étude et développement de méthodes ergonomiques pour l'évaluation et la conception de logiciels interactifs . . . . .	8
5.1.1	Critères Ergonomiques pour l'évaluation et la conception de sites Web . . . . .	8
5.1.2	Démarche de conception pour la prise en compte de connaissances ergonomiques dans la conception de sites Web . . . . .	9
5.1.3	Facilité d'apprentissage et d'utilisation de logiciels interactifs . . . . .	10
5.1.4	Validation d'ALACIE - Étude du rôle de la prise en compte de modèles de tâches dans la conception . . . . .	11
5.1.5	Intégration d'une méthode de modélisation formalisée orientée <i>tâches</i> et d'une méthode de modélisation formalisée orientée <i>activités situées</i> pour la cneption de logiciels interactifs . . . . .	11
5.1.6	Stratégies d'aide en ligne : acquisition, modélisation, évaluation ergonomique . . . . .	12
5.1.7	Processus de conception des installations à risque . . . . .	13
5.1.8	Laboratoire d'utilisabilité . . . . .	13
5.1.9	Normalisation . . . . .	14
5.2	Ergonomie du multimédia et du multimodal . . . . .	14
5.2.1	Préférences vs performances . . . . .	14
5.2.2	Processus d'apprentissage dans l'utilisation du réseau Internet chez les personnes âgées . . . . .	15
5.2.3	Étude des contraintes cognitives pour la conception d'un équipement individuel de liaisons informatisées pour l'infanterie (projet FELIN) . . . . .	15
5.2.4	Conception de documents hypermédia et problèmes de navigation . . . . .	15
5.2.5	Interaction multimodale orale et gestuelle . . . . .	16
5.2.6	Ergonomie des outils de conception dans les industries de la confection . . . . .	18
5.2.7	Interfaces pour utilisateurs handicapés . . . . .	18
<b>6</b>	<b>Contrats industriels (nationaux, européens et internationaux)</b>	<b>20</b>
<b>7</b>	<b>Actions régionales, nationales et internationales</b>	<b>21</b>
7.1	Actions nationales . . . . .	21
7.2	Actions financées par la commission européenne . . . . .	21
7.3	Réseaux et groupes de travail internationaux . . . . .	21
7.4	Relations bilatérales internationales . . . . .	22

7.4.1	Europe . . . . .	22
7.4.2	Amérique du Nord . . . . .	22
7.4.3	Amérique du Sud et Amérique Centrale . . . . .	22
7.4.4	Pacifique et Asie du Sud . . . . .	22
<b>8</b>	<b>Diffusion de résultats</b>	<b>22</b>
8.1	Animation de la Communauté scientifique . . . . .	22
8.1.1	Organisation de manifestations scientifiques . . . . .	22
8.1.2	Comité éditorial de journaux . . . . .	23
8.1.3	Comité éditorial de conférences . . . . .	23
8.1.4	GdR, etc. . . . .	24
8.1.5	Sociétés savantes . . . . .	24
8.1.6	Jurys de thèses . . . . .	25
8.2	Enseignement universitaire . . . . .	26
8.3	Participation à des colloques, séminaires, invitations . . . . .	26
<b>9</b>	<b>Bibliographie</b>	<b>27</b>

# 1 Composition de l'équipe

## Responsable scientifique

Dominique L. Scapin [DR, Inria Rocquencourt, responsable scientifique]

Nöelle Carbonell [Pr., Université Henri Pointcaré, Loria, co-responsable scientifique]

Jean-Claude Sperandio [Pr., Université René Descartes, co-responsable scientifique]

## Assistants de projet

Marie-Françoise Loubressac [TR, Inria Rocquencourt, à temps partiel]

A. Courrier [TR, CNRS, Loria, à temps partiel]

## Assistant Ingénieur

Remy Taillefer [TR, Inria Rocquencourt, depuis le 1er Août 1999, à temps partiel]

## Enseignants/Chercheurs sur poste

J. M. Christian Bastien [MC, Laboratoire d'Ergonomie Informatique, U. René Descartes]

Jean-Marie Burkhardt [MC, Laboratoire d'Ergonomie Informatique, U. René Descartes]

Cecilia De la Garza [MC, Laboratoire d'Ergonomie Informatique, U. René Descartes]

Gabriel Michel [MC, Laboratoire d'Ergonomie Informatique, U. Metz]

Marylin Specht [MC, Laboratoire d'Ergonomie Informatique, U. René Descartes]

Jean Vanderdonckt [Pr. adjoint, U. Catholique de Louvain-la-Neuve, Belgique]

## Doctorants

A. Capobianco [Bourse DGA/CNRS depuis le 1er octobre 1998, U. Henri Poincaré]

S. Gignoux [Scientifique du contingent, du 15 septembre 1999 au 15 novembre 1999, Loria]

Corinne Leulier [Bourse Inria depuis le 1er décembre 1996, U. René Descartes]

Lionel Médini [Bourse MENRT-CEA/Inria depuis le 1er novembre 1997, U. Paris 11]

Richard Oltra [Bourse MENRT depuis 1997, U. René Descartes]

Sandrine Robbe [ATER, du 1er octobre 1998 au 30 septembre 1999, U. Nancy 2]

Gérard Uzan [Bourse MENRT depuis 1996, U. René Descartes]

## Stagiaires

Stéphane Garrigues [DEA Ergonomie, CNAM - U. Toulouse le Mirail, 6 mois]

Frédérique Marié [DEA Ergonomie, U. Bordeaux, 3 mois]

C. Périnaud [Maîtrise Informatique, U. Henri Poincaré, 2 mois]

F. Thomas [Maîtrise Informatique, U. Henri Poincaré, 2 mois]

**Mots clés** : aide en ligne, commerce électronique, conception d'interfaces, critères ergonomiques, ergonomie des logiciels, évaluation d'interfaces, facilité d'apprentissage, formalisme de description de tâches, hypermédias, interaction multimodale, interface 3D, laboratoire d'utilisabilité, langages d'interaction, méthodes, modèles de tâches, modélisation des connaissances, normalisation, performances utilisateurs, personnes mal-voyantes, personnes âgées, préférences utilisateurs, qualité ergonomique des logiciels interactifs, systèmes d'information, tests utilisateurs, world wide web.

## 2 Présentation et objectifs généraux

L'objectif du projet MERLin<sup>1</sup> est de contribuer à l'amélioration de la *Qualité Ergonomique des logiciels interactifs*. Deux sous-objectifs complémentaires concourent à la réalisation de cet objectif général :

- Étudier, au travers d'études empiriques<sup>2</sup>, les interactions des utilisateurs avec les logiciels en vue d'améliorer ces derniers. Il s'agit là d'un approfondissement des connaissances sur les caractéristiques cognitives des opérateurs et sur leur activité, ainsi que sur l'utilisabilité des systèmes techniques utilisés.
- Améliorer les méthodes de conception et d'évaluation ergonomique, et par là même contribuer à l'amélioration des systèmes techniques eux-mêmes en fournissant aux concepteurs de logiciels des éléments méthodologiques de référence facilitant la prise en compte de l'ergonomie au sein du processus de conception. Il s'agit là d'un approfondissement des connaissances sur le processus de conception informatique, avec une prise en compte des utilisateurs (user-centred design) et de la définition de méthodes associées.

L'objectif est donc de progresser à la fois dans les connaissances fondamentales et les méthodes de l'ergonomie des logiciels, et dans les domaines connexes qui concourent à l'optimisation ergonomique des logiciels. En effet, une telle optimisation nécessite des connaissances

---

1. En 1999, le projet de Psychologie Ergonomique pour l'Informatique a été arrêté et l'avant-projet MERLin a été créé. MERLin est issu d'une collaboration entre l'UR de Rocquencourt, l'UR de Lorraine et l'Université René Descartes.

2. Le terme "empirique" est utilisé dans ce texte au sens de "issu de l'expérience", l'expérience ayant essentiellement un caractère de confrontation avec des données réelles issues d'utilisateurs réels, dans le cadre d'expérimentations scientifiques à proprement parler ou à partir d'autres méthodes de recueil sans mise en œuvre de tests d'hypothèses.

précises sur l'activité des utilisateurs, sur les caractéristiques des systèmes et sur les moyens de mettre en correspondance les aspects utilisateurs et les aspects logiciels. Le projet s'intéresse donc à la fois aux mécanismes humains de traitement de l'information, à la cognition et à la conception de logiciels interactifs dans tous leurs aspects susceptibles d'influer sur l'activité des utilisateurs.

Les contributions scientifiques du projet sont classiquement la production de connaissances et de résultats ergonomiques sous forme d'articles et de communications et la participation à la vie scientifique nationale et internationale (groupes de travail, conférences, etc.), mais aussi la participation à la normalisation et au transfert technologique, notamment au travers de nos contrats, collaborations et expertises. Par ailleurs, le projet a pour objectif de produire des recommandations et des logiciels ; ces derniers étant utiles, notamment sous forme de maquettes-prototypes, afin de tester des hypothèses, comparer des versions d'un logiciel, conduire des expériences (ex., magicien d'OZ pour le multimodal) et également, afin de mettre en œuvre, tester et rendre nos méthodes accessibles (par exemple : ALACIE pour permettre la description de tâches complexes et le contrôle de cohérence ; EvalWeb pour rendre accessibles de nombreuses (>500) recommandations et faciliter la conception et l'évaluation ergonomique de sites Web). Ces logiciels ad hoc sont pour l'instant essentiellement produits au travers de co-directions de thèses (Paris 6, Paris 11) et de collaborations avec nos partenaires dans des projets (ex., LIHS).

### 3 Fondements scientifiques

#### Définitions :

- *L'ergonomie*<sup>3</sup> est : "une des branches de la science et de la technologie qui incorpore ce qui est connu et conceptualisé des caractéristiques biologiques et comportementales de l'homme et qui peut être appliqué de façon valide à la spécification, à la conception, à l'évaluation, à l'utilisation et à la maintenance des produits et systèmes afin d'en assurer la sécurité, l'efficacité et l'usage satisfaisant par des opérateurs individuels, des groupes et des organisations".
- *L'ergonomie des logiciels* hérite des caractéristiques de l'ergonomie mais s'intéresse plus particulièrement à l'amélioration de l'interface homme-ordinateur en se focalisant sur les aspects relatifs au fonctionnement mental humain. C'est une science qui contribue à la connaissance scientifique nécessaire à la conception de logiciels et plus généralement d'environnements de travail informatisés, dans la perspective générale de la sécurité et du confort des utilisateurs (conditions de travail), mais aussi dans la perspective d'une amélioration de la productivité des systèmes homme-ordinateur, par exemple en facilitant les tâches des utilisateurs, en réduisant les durées d'apprentissage, en limitant l'occurrence et le coût des erreurs.

---

3. Définition de l'Executive Council of the Human Factors Society (Christensen, J. M., 1988, Human Factors definitions. *The Human Factors Society Bulletin*, 31(3), pp 7-8).

- Le projet traite de la *Qualité Ergonomique du logiciel*<sup>4</sup>, notion qui couvre l'ensemble des aspects du logiciel et de son environnement (ex., documentation, aides au travail, formation) qui ont une influence sur la réalisation des objectifs des utilisateurs. La *Qualité Ergonomique du logiciel* concerne donc à la fois l'*utilisabilité* ou facilité d'utilisation (notamment les aspects présentation et dialogue), et l'*utilité* (c'est-à-dire les aspects fonctionnels). Il s'agit de contribuer à l'amélioration d'une compatibilité particulière entre les opérateurs et les systèmes informatiques, c'est-à-dire la compatibilité entre la manière dont l'information est traitée et représentée, respectivement par l'ordinateur et par les utilisateurs.

#### Situation nationale et internationale :

- Au niveau international : c'est depuis longtemps un domaine très dynamique (chercheurs jeunes ; forte implication des laboratoires industriels ; nombreuses annonces d'emploi ; conférences réputées et d'audience importante ; nombreuses revues internationales, etc.). La plupart des grandes universités et des constructeurs-développeurs aux Etats-Unis et en Europe comportent des équipes IHM-Ergonomie.
- En France : les centres de recherche sont assez peu nombreux et sont souvent "monodisciplinaires" ; le développement des recherches complémentaires en interaction homme-machine (ergonomie et ingénierie des IHM) est d'origine récente.

#### Démarche :

- Le projet MErLIIn met l'accent sur la pluridisciplinarité ergonomie-informatique. L'interaction homme-ordinateur, classe particulière de l'interaction homme-machine, peut être examinée selon divers aspects complémentaires : le pôle homme, le pôle ordinateur, et le pôle interaction. Le projet MErLIIn s'intéresse aux trois aspects : le pôle homme et le pôle interaction sont traités par l'ergonomie ; le pôle ordinateur et le pôle interaction sont traités par l'informatique de l'IHM. Le projet aborde l'informatique (logiciels, interfaces utilisateurs, environnements) de ce double point de vue, ergonomie et IHM, en tant qu'ensemble d'outils mis à la disposition d'opérateurs. En conséquence, les disciplines scientifiques auxquelles le projet fait appel et contribue sont, de façon privilégiée, l'ergonomie et l'informatique, en particulier l'ingénierie des interfaces.
- Le projet MErLIIn utilise les méthodes de l'informatique et de l'ergonomie, avec une prééminence forte de la démarche et des méthodes expérimentales, au sens administration de la preuve, test d'hypothèses (cf. la méthode expérimentale selon Claude Bernard, fondement des sciences dites expérimentales, médecine, biologie, physique entre autres). Le projet contribue à la rationalisation des méthodes de l'ergonomie, à partir d'études mettant en œuvre des protocoles expérimentaux, des simulations en laboratoire et sur le terrain, à partir de mesures de performance (par exemple durées d'apprentissage, durées d'exécution de tâches, fréquences d'utilisation, types de navigation, taux d'erreurs,

---

4. cf. définition dans : Scapin, D. L. & Bastien, J. M. C. (1997). Ergonomic criteria for evaluating the ergonomic quality of interactive systems. *Behaviour & Information Technology*, 16, 220-231.

taux de rappel, etc.), d'analyse des productions verbales, d'analyse des préférences. Les activités de modélisation menées dans le cadre du projet sont également centrées sur l'élaboration de modèles informatiques. La pertinence de ces modèles, par rapport à la réalité qu'ils visent à représenter ou dans laquelle ils interviennent, fait toujours l'objet d'une évaluation ergonomique ; cette évaluation porte sur les logiciels qui les mettent en œuvre (leur rôle est donc analogue à celui des modèles-théories élaborés en physique dans la mesure où ils sont "falsifiables" au sens de K. Popper). Les recherches sont entreprises à partir de l'observation de tâches réelles, sur des terrains appropriés, souvent en parallèle avec la résolution de problèmes pratiques. Le recueil de données repose sur l'analyse de l'activité et de l'interaction, l'étude de cas, les incidents critiques, les mouchards électroniques, etc.

### **Focalisations :**

Les centres d'intérêt scientifique du projet MErLIn présentent en outre trois caractéristiques :

- Le projet se focalise sur des méthodes destinées à des concepteurs non nécessairement ergonomes, tout en considérant que celles-ci peuvent améliorer l'activité des ergonomes eux-mêmes. En particulier, le projet traite de la question de l'intégration de la démarche ergonomique dans les méthodologies de développement de logiciels actuelles afin de renforcer le transfert technologique ainsi que du support logiciel à procurer aux concepteurs pour les aider à prendre en compte l'ergonomie. Les concepteurs sont en effet généralement peu formés à l'ergonomie des logiciels. Cette culture n'est apparue que récemment dans les curriculum universitaires en informatique ; une contribution du projet sera de renforcer cette présence.
- Le projet se focalise sur la population des utilisateurs non-spécialistes en informatique. Cette population est en effet la cible majeure des développements actuels de l'informatique ; il s'agit aussi bien du grand public (ex., pour les bornes interactives, le commerce électronique ou l'informatique mobile-nomade) que des spécialistes de domaines d'expertise spécifiques (ex., la maintenance de centrales nucléaires, la conception de collections de prêt à porter). Une attention particulière est accordée à un sous-ensemble de cette population : les utilisateurs caractérisés par des besoins spéciaux (ex., difficultés visuelles ou motrices, handicaps mentaux).
- Le projet ne se limite pas aux situations classiques de travail, mais inclut les nouvelles activités d'utilisation de l'informatique, encore assez mal définies : consommation (commerce électronique), recherche d'informations (ex., sur Internet), etc.

## **4 Domaines d'applications**

Les domaines d'application des recherches réalisées cette année ont été notamment : le Web, particulièrement le commerce électronique (études empiriques, études méthodologiques), le nucléaire (mémoire d'entreprise en criticité), le contrôle aérien, et plus récemment le domaine

de la confection (outils de conception). (Voir section 5 pour le contenu des travaux et section 6 pour les partenaires).

## 5 Résultats nouveaux

Le programme de recherche du projet MErLIn s'articule autour de deux thèmes qui font référence aux objectifs décrits précédemment.

- Le premier thème a trait à la conception, à la validation et à la mise en œuvre de méthodes ergonomiques, pour la conception et l'évaluation. Il correspond notamment à la nécessité d'intégrer les résultats disponibles en ergonomie dans le processus de conception de logiciels interactifs. Un "résultat ergonomique" est un résultat "stable", c'est-à-dire, corroboré par plusieurs études, souvent exprimé sous forme de recommandations ou de normes, obtenu généralement suite à plusieurs expérimentations contrôlées ou études empiriques. Relève également de cet axe l'étude (définition et évaluation ergonomique) de stratégies génériques d'aide en ligne (on line help). Sont présentées ici également les activités liées au laboratoire d'utilisabilité du projet, activités indispensables au développement des recherches menées dans le cadre de ce thème.
- Le deuxième thème a trait aux problèmes d'utilisation posés par les "nouvelles" applications informatiques : nouvelles populations d'utilisateurs, nouveaux domaines d'application, nouvelles formes d'interaction. Nous nous intéressons plus particulièrement à l'ergonomie du Web, à l'interaction multimodale, à la conception dans les industries de la confection, et aux interfaces pour utilisateurs handicapés, notamment handicapés visuels. Ce thème de recherche correspond à la nécessité d'acquérir des résultats en ergonomie sur des aspects innovants des logiciels interactifs. Il s'agit d'enrichir les connaissances ergonomiques actuelles. Ces résultats ergonomiques génériques sont d'abord nécessaires à une meilleure appréhension et résolution des problèmes d'utilité et d'utilisabilité auxquels sont confrontés les concepteurs d'interfaces nouvelles. Ils permettront également d'améliorer l'évaluation ergonomique de ces interfaces et contribueront à l'enrichissement du corpus de connaissances du domaine. Cet enrichissement est important pour le développement des recherches menées sur le premier thème du projet.

### 5.1 Étude et développement de méthodes ergonomiques pour l'évaluation et la conception de logiciels interactifs

#### 5.1.1 Critères Ergonomiques pour l'évaluation et la conception de sites Web

**Participants :** J. M. C. Bastien, C. Leulier, D. L. Scapin.

Les travaux effectués cette année concernent la mise en œuvre d'une expérimentation destinée d'une part à étudier les difficultés auxquelles les utilisateurs font face lorsqu'ils utilisent certains sites Web commerciaux, leurs performances d'utilisation et leurs préférences ; et destinée d'autre part à comparer la qualité ergonomique de trois sites Web (sites proposant la vente d'ouvrages par correspondance) par le biais de tests utilisateurs, de questionnaires et des

*Critères Ergonomiques* dans le but d'identifier les contributions de chacune de ces méthodes au processus d'évaluation.

Des tests d'utilisation empiriques (ou "tests utilisateurs") ont donc été effectués sur ces sites Web commerciaux afin d'étudier l'impact de certaines de leurs caractéristiques sur l'intérêt, les préférences et les performances d'utilisateurs potentiels "grand public". 30 participants ont pris part à l'étude. L'ordre d'utilisation des trois sites étant contrebalancé afin de contrôler les effets d'apprentissage, les participants étaient répartis de manière aléatoire dans six groupes (correspondant aux six ordres possibles de visite des sites).

Avant l'expérimentation, la *Qualité Ergonomique* des trois sites Web sélectionnés a été évaluée au moyen des *Critères Ergonomiques*<sup>5</sup> [19] et de la compilation des recommandations existantes pour la conception et l'évaluation de sites Web<sup>6</sup>.

Pendant la première phase de l'étude, les participants étaient invités à formuler leurs attentes quant aux informations, services, et fonctionnalités qu'un site Web permettant à ses visiteurs d'acheter des ouvrages en ligne devrait fournir. Il leur était ensuite demandé d'effectuer, sur chacun des sites, un ensemble de 12 tâches représentatives de celles qui peuvent être effectuées habituellement dans un site proposant l'achat de livres en ligne, comme rechercher un ouvrage à partir d'un nom d'auteur, à partir de son titre, etc ; rechercher des informations sur les conditions de vente, etc. Une fois les douze tâches effectuées, les participants répondaient à 50 questions concernant leur satisfaction quant aux caractéristiques du site. Le questionnaire comprenait les 20 questions du WAMMI (2nd version, Human Factors Research Group & Nomos Management AB, 1998) complétées de 30 questions destinées à étudier plus en détail des aspects spécifiques des trois sites. Lors de la dernière phase, guidée par un questionnaire de 53 items, les participants étaient invités à comparer les trois sites en termes de préférences et opinions (et à les classer selon différentes dimensions).

On s'est intéressé aux performances et aux comportements des participants lors de leurs interactions avec le site Web (ex. pattern de navigation pour l'exécution d'une tâche, exactitude du résultat, nombre d'erreurs, etc.). Ces données sont complétées par des entretiens destinés à obtenir des données subjectives relatives à leurs attitudes, leurs opinions, leur satisfaction et leurs préférences.

Des résultats préliminaires ont fait l'objet d'une communication à IHM'99 [28]: ils ne concernaient que l'inspection ergonomique, les préférences utilisateurs, et les questions de satisfaction relatives aux pages d'accueil des sites Web retenus. Les données concernant les autres pages des sites et les résultats de performances sont en cours d'analyse.

### 5.1.2 Démarche de conception pour la prise en compte de connaissances ergonomiques dans la conception de sites Web

#### Participants :

J. M. C. Bastien, S. Garrigues, C. Leulier, G. Michel, D. L. Scapin, J. Vanderdonckt.

---

5. Scapin, D. L. & Bastien, J. M. C. (1997). Ergonomic criteria for evaluating the ergonomic quality of interactive systems. *Behaviour & Information Technology*, 16, 220-231.

6. Leulier, C., Bastien, J. M. C. & Scapin, D. L. (1998). *Compilation of ergonomic guidelines for the design and evaluation of Web sites*, Rapport de contrat Commerce & Interaction, Inria.

L'objectif d'un autre travail (initialement financé en partie par un contrat GIS Sciences de la Cognition) est à terme de guider le concepteur dans l'évaluation de ses choix de conception, particulièrement lors des phases de maquette-prototypage et de lui fournir un support à la documentation des choix de conception, plus particulièrement en matière de traçabilité des choix effectués durant les phases d'évaluation. Ce travail a consisté tout d'abord à recueillir de grands corpus de recommandations à partir de trois sources : le livre de D. Mayhew, *Principles and Guidelines in Software User Interface Design*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1992 ; le livre de J. Vanderdonckt, *Guide ergonomique des interfaces homme-machine*, Presses Universitaires de Namur, Namur, 1994, et les parties 12 à 17 de la Norme ISO 9241, *Ergonomic requirements for Office Work with Visual Display Units*, International Standard Organization, 1992. Ces divers documents ont tous été retranscrits en déterminant, pour chacune des recommandations ergonomiques considérées, si elles étaient applicables à l'ergonomie des sites Web. De façon peu surprenante, étant donné l'évolution des sites Web de la simple présentation d'informations vers des applications complexes, la très grande majorité des recommandations ergonomiques "classiques" (96 %) semble effectivement applicable dans le cadre des sites Web. Sur le corpus des normes ISO, un certain nombre d'opérations ont été ensuite effectuées : découpage en recommandations "unitaires", affectation de *Critères Ergonomiques*, affectation de méthodes de vérification de conformité (moyens de vérifier l'"adhésion" aux recommandations), identification de clés d'index (types d'objets concernés), premières caractérisations en termes de généralité et d'importance. Ce travail, ainsi qu'une observation de l'activité de concepteurs de sites Web mettant en lumière les diverses étapes de conception et les interactions entre les diverses spécialités impliquées dans la conception (commercial, designer, ingénieur, graphiste) ont donné lieu à un mémoire de DEA [43].

Ce travail se poursuit, en collaboration avec l'Université de Toulouse 1 (LIHS), afin de définir une structuration détaillée et une architecture pour le corpus ainsi obtenu [44]. En particulier, on cherche à définir une organisation explicite des opérations à effectuer pour une approche ergonomique de la conception de sites Web. Actuellement, le modèle comprend une liste de questions de conception auxquelles sont associées des étapes de conception (expression des besoins, spécification, conception, implantation, évaluation, maintenance). Chacune de ces questions est découpée pour aboutir à des questions élémentaires. À chacune de ces dernières sont associées une recommandation spécifique, et des méthodes de vérification de la conformité. Ces méthodes sont de deux types : celles qui permettent le recueil d'information (notamment pour la phase d'expression des besoins), et celles qui permettent de vérifier que la recommandation est prise en compte (notamment pour la phase d'expression des besoins). Cette recherche devrait contribuer à la définition d'une méthode globale et d'un outil informatique, mais aussi à augmenter le degré de précision et l'applicabilité des *Critères Ergonomiques*.

### 5.1.3 Facilité d'apprentissage et d'utilisation de logiciels interactifs

**Participant** : J. M. C. Bastien.

Suite à une étude des interfaces des systèmes de contrôle du trafic aérien "en-route", une interface nouvelle a été proposée. La conception de cette interface est basée sur une nouvelle répartition des tâches entre le système informatisé et le contrôleur aérien. Cette interface, fon-

damentalement différente des interfaces actuelles, constitue une révision radicale du processus de contrôle du trafic aérien "en route". Dans le cadre de cette étude, des tests utilisateurs sont menés auprès d'une population non-spécialiste du contrôle aérien. Cette étude en cours de réalisation met à contribution une trentaine de participants. L'objectif est ici d'évaluer la facilité d'apprentissage de cette nouvelle interface et d'évaluer, subséquentement, sa facilité d'utilisation lors de simulations de contrôle aérien. Cette étude permettra par la même occasion de définir et de préciser les indices comportementaux les plus propices à la mesure de la facilité d'apprentissage et d'utilisation et contribuera de ce fait au développement des méthodes d'évaluation.

#### 5.1.4 Validation d'ALACIE - Étude du rôle de la prise en compte de modèles de tâches dans la conception

**Participants :** J. M. C. Bastien, D. L. Scapin.

Suite aux divers travaux sur la modélisation formalisée des tâches et sa mise en œuvre pour la conception d'interfaces<sup>7</sup>, une recherche s'est poursuivie, en collaboration avec l'Université de Santa Catarina (Brésil) sur l'aide et la documentation pour la conception et l'évaluation d'interfaces à partir des tâches. L'objectif est de déterminer l'impact d'une connaissance formelle des tâches sur la conception et l'évaluation, et de déterminer les aides ergonomiques nécessaires. Les premiers travaux conduisent à s'interroger sur le recueil et l'organisation de connaissances ergonomiques sur les tâches, afin de les incorporer au processus de conception. Ce travail aura des liens avec les travaux cités précédemment en matière d'outil d'évaluation, pour les aspects documentation et traçabilité de la conception. Un chapitre de livre est en cours de rédaction sur ces sujets. Par ailleurs, une validation de l'outil ALACIE est en cours dans le domaine aéronautique, en collaboration avec DASSAULT ; il s'agit notamment d'examiner l'utilisabilité du modèle et des outils pour l'activité des concepteurs impliqués dans la conception de cockpits d'avions.

#### 5.1.5 Intégration d'une méthode de modélisation formalisée orientée tâches et d'une méthode de modélisation formalisée orientée activités situées pour la conception de logiciels interactifs

**Participant :** M. Specht.

Notre objectif de recherche est l'intégration de différentes méthodes de modélisation formalisée en vue d'enrichir les apports de ces méthodes à la conception de logiciels interactifs. Ce travail est mené dans le cadre d'une collaboration entre le CSIRO/CMIS (Sydney, Australie) et l'Université René Descartes.

Une première analyse de l'utilisation de logiciels interactifs a été menée en situation réelle par observations et entretiens, dans un cadre professionnel et individuel à domicile. Cette analyse a permis d'élaborer une double modélisation : modélisation formalisée orientée tâches

---

7. cf. par ex. Gamboa-Rodriguez, F. (1998). *Spécification et implémentation d'ALACIE: Atelier Logiciel d'Aide à la Conception d'Interfaces Ergonomiques*, Thèse de Doctorat d'Informatique, Université de Paris-Sud, Orsay, 5 octobre 1998.

(Méthode Diane +) et modélisation formalisée orientée activités situées (Méthode OMT). À partir de l'intégration de ces deux modèles formalisés, nous avons proposé des orientations pour la définition des spécifications fonctionnelles, la conception des dialogues et des interfaces et la génération de la documentation des logiciels concernés.

Après une première publication de cette étude [25], la collaboration entre le CSIRO/CMIS et l'Université René Descartes doit se poursuivre à travers des échanges visant l'extension de notre démarche d'intégration des méthodes de modélisation à d'autres études.

### 5.1.6 Stratégies d'aide en ligne : acquisition, modélisation, évaluation ergonomique

**Participants** : A. Capobianco, N. Carbonell, S. Gignoux.

L'objectif de cette recherche, qui bénéficie du soutien de la DGA (allocation de recherche DGA/CNRS), est la définition, la mise en œuvre et l'évaluation ergonomique de stratégies d'aide en ligne pour l'utilisation de logiciels d'application, notamment ceux destinés au grand public.

L'hypothèse de travail sous-jacente à cette étude est de considérer l'aide en ligne comme une situation spécifique, différente à la fois des situations d'enseignement et de coopération. Cette hypothèse repose sur les observations et résultats suivants :

- La maîtrise d'un logiciel n'est pas une fin en soi pour l'utilisateur. C'est le résultat de l'interaction (texte mis en page, résultats des calculs réalisés par un tableur, graphiques produits par un logiciel de dessin, etc.) qui est au cœur de ses préoccupations. Les connaissances qu'il souhaite acquérir sur le logiciel qu'il utilise se réduisent donc aux savoir-faire nécessaires à la réalisation des tâches qui motivent son recours à celui-ci. Pour être efficace, une aide en ligne doit donc viser à familiariser l'utilisateur avec l'utilisation d'un logiciel au fur et à mesure de l'interaction, tout en assistant celui-ci dans son activité.
- D'autre part, on a montré que les exigences et les attentes de l'utilisateur varient avec la situation de communication : homme-homme vs homme-machine. Il convient donc d'évaluer la pertinence, *en situation d'interaction homme-machine*, des diverses formes d'assistance et de coopération observées entre partenaires humains.

La recherche comprend trois étapes : définition de stratégies d'aide pertinentes à partir d'une revue critique de la littérature et de l'analyse de données empiriques, puis implantation logicielle et évaluation ergonomique des stratégies retenues (notamment sous la forme d'une étude empirique faisant intervenir des utilisateurs potentiels). Les résultats et conclusions de cette évaluation permettront notamment de déterminer le domaine d'application et le degré de généralité des stratégies étudiées. Ils conduiront également à l'élaboration de recommandations ergonomiques à l'intention des concepteurs de systèmes d'aide en ligne.

Cette année a été consacrée aux activités suivantes :

- Revue critique de la littérature pluridisciplinaire du domaine ; un document de synthèse est actuellement en cours de rédaction.

- Élaboration de deux taxonomies à partir de l'analyse de dialogues (tuteur humain - novice) d'assistance à l'utilisation de Word ; l'une permet de caractériser les demandes d'aide des novices, l'autre les réponses des tuteurs à ces requêtes ainsi que leurs interventions spontanées ; ces taxonomies en voie d'achèvement seront utilisées pour mettre en évidence les stratégies et formes d'assistance des tuteurs-experts humains et définir un ensemble de stratégies à tester.
- En parallèle, réalisation d'une implantation logicielle de ces stratégies en Java. Cette plate-forme en voie d'achèvement sera utilisée pour évaluer l'efficacité et "l'utilisabilité" des stratégies sélectionnées. L'évaluation prendra la forme d'une étude empirique faisant intervenir des utilisateurs potentiels ; cette étude sera réalisée au printemps prochain en collaboration avec des chercheurs du Département Sciences Cognitives de l'IMASSA.

### 5.1.7 Processus de conception des installations à risque

**Participants :** C. De la Garza, J.-C. Sperandio.

On étudie ici, dans le cadre du projet INRS-CNRS PROSPER (pluridisciplinaire et pluri-équipes), la manière dont les ingénieurs introduisent ou non l'ergonomie, dès les phases précoces des projets de conception d'installations présentant des risques élevés pour les opérateurs, pour l'environnement ou pour les installations elles-mêmes (mais on s'intéresse en priorité aux risques pour les personnes) [41]. L'étude se fait en deux parties : d'une part, on étudie auprès des concepteurs comment ils conçoivent (par des entretiens individuels et une analyse des documents de conception) et, d'autre part, on analyse sur le terrain (par observations) les objets conçus (machines ou installations industrielles) sous l'angle de l'ergonomie de la sécurité. Deux types de terrains ont été retenus : la conception de grosses machines rotatives d'imprimerie (partenariat HEIDELBERG) [42] et la conception d'usines de traitement des ordures ménagères d'Ile de France (partenariat SYCTOM).

### 5.1.8 Laboratoire d'utilisabilité

**Participants :** C. Leulier, J. M. C. Bastien, D. L. Scapin, R. Taillefer, J. Vanderdonckt.

Bien que les méthodes associées (méthodes de recueil, méthodes d'évaluation, marquage d'événements, etc.) soient en elles-mêmes des sujets de recherche à part entière, il ne s'agit pas ici d'un thème de recherche particulier, mais d'un support technique et d'une action transversale d'ouverture du laboratoire vers l'extérieur.

Créé pour les besoins de recherche du projet MErLIn en matière d'évaluation de l'utilisabilité des logiciels, ce laboratoire est aujourd'hui accessible en interne (projets INRIA et Université René Descartes), ainsi qu'aux entreprises extérieures (industriels, sociétés de développement, sociétés de service en ergonomie, etc.) désireuses d'effectuer des tests utilisateurs.

Le laboratoire est constitué de deux salles séparées l'une de l'autre par une glace sans tain : une salle d'observation et une salle de tests qui peuvent suivant la nature des études être utilisées simultanément ou séparément. Le laboratoire permet d'enregistrer sur bande vidéo le déroulement d'une session d'interaction d'un utilisateur avec des systèmes interactifs ou des sites Web, et d'un logiciel de pilotage et d'analyse des bandes vidéo. Il permet également de

réaliser des études de fixations visuelles durant ces interactions. Le laboratoire propose ses salles de tests, son matériel, un support technique et un suivi scientifique (méthodes et techniques d'évaluation, bibliographie, normalisation, etc.), mais ne se substituera pas aux sociétés de conseil en ergonomie (*les études devront être menées par les personnels propres aux organismes utilisateurs du laboratoire*).

### 5.1.9 Normalisation

**Participants** : C. Leulier, J. M. C. Bastien, D. L. Scapin, S. Garrigues.

Le projet participe aux groupes d'experts en matière de normalisation ergonomique, mais aussi en matière de contributions scientifiques aux documents de normalisation (plusieurs publications ou rapports du projet (et de son prédécesseur) ont servi de base aux normes ci-dessous). La participation aux groupes d'experts concerne notamment : AFNOR (Commission Ergonomie, X35E - Ergonomie des Logiciels) et ISO :

- ISO/TC 159/SC 4/WG 5 (Software ergonomics and human-computer dialogues) qui a produit les parties 10 à 17 de la norme 9241<sup>8</sup> et travaille actuellement à de nouvelles normes sur le multimédia (ISO 14915: Multimedia user interface design, Ergonomic requirements for human computer multimedia interfaces) et sur l'accessibilité (Accessibility of interactive applications and services).
- ISO/TC 159/SC 4/ WG 6 (ISO 13407: Human centred design processes for interactive systems) auquel doit être adjoint un document issu de l'activité du groupe AFNOR X35E (Ergonomie des logiciels): "Usability methods supporting human-centred design".

Par ailleurs, ces normes servent de matériau initial au projet pour ses travaux en matière de méthodes ergonomiques.

## 5.2 Ergonomie du multimédia et du multimodal

### 5.2.1 Préférences vs performances

**Participants** : C. Leulier, F. Marié, D. L. Scapin.

Parallèlement à l'expérimentation concernant trois sites proposant la vente d'ouvrages par correspondance, qui met en jeu ces aspects performances préférences, une étude de la littérature a été menée. Elle met en lumière le fait que les perceptions de l'utilisateur influencent son utilisation. L'étude de l'acceptabilité semble pouvoir être directement couplée aux évaluations de l'utilisabilité. Une évolution importante (et relativement nouvelle pour l'ergonomie) dans les questions posées est de passer de "est-ce que les gens peuvent utiliser ce système?" à "est-ce que les gens vont utiliser ce système?". Sur ce plan, divers facteurs entrent en jeu, notamment, l'âge, le sexe, l'expérience de l'informatique, la personnalité, la diversité culturelle et la nationalité. Les méthodes d'extraction des préférences varient également : méthode papier-crayon,

---

8. Part 10: Dialogue Principles; Part 11: Guidance on usability; Part 12: Presentation of information; Part 13: User guidance; Part 14: Menu dialogues; Part 15: Command dialogues; Part 16: Direct-manipulation dialogues; Part 17: Form-filling dialogues

association de méthodes (preferences ranking et adjectives ratings), notion d'attractivité, de séduction, d'utilisabilité émotionnelle, etc.

### 5.2.2 Processus d'apprentissage dans l'utilisation du réseau Internet chez les personnes âgées

**Participants :** C. De la Garza, M. Specht, J.-M. Burkhardt.

Cette étude se situe dans le cadre du deuxième appel d'offres lancé par la MIRE [45, 20] et la CNAV "Évolutions technologiques, dynamique des âges et vieillissement de la population" [21, 22].

L'objet est ici d'identifier chez les personnes âgées de 50 à plus de 85 ans, de façon détaillée, les processus d'apprentissage et les difficultés rencontrées dans cet apprentissage en relation avec les utilisations d'interfaces de type "écran-clavier", dont en particulier la navigation à travers des sites spécialisés du réseau Internet. L'étude se fait en relation avec le site de la SNCF et celui de la CDC (Caisse des Dépôts et Consignation). Une trentaine de personnes participent actuellement à des séances, mises en place par l'équipe de chercheurs, d'apprentissage-utilisation de ces deux sites. Le but applicatif visé est l'intégration des caractéristiques et des besoins des utilisateurs âgés dans les cahiers des charges de ce type de technologie [40, 35].

### 5.2.3 Étude des contraintes cognitives pour la conception d'un équipement individuel de liaisons informatisées pour l'infanterie (projet FELIN)

**Participants :** J.-C. Sperandio, M. Wolff, J. M. C. Bastien.

L'étude, commencée fin 98, a consisté d'abord à faire le point sur la bibliographie disponible sur les contraintes de diverse nature pouvant avoir un impact sur la capacité cognitive des utilisateurs de cet équipement en cours de conception. Nous avons ensuite réalisé un ensemble d'entretiens individuels auprès de militaires ayant été récemment engagés dans des situations d'intervention en nous intéressant plus particulièrement aux difficultés rencontrées dans l'utilisation des matériels et des équipements actuels, en identifiant les principales sources de contraintes, tant physiques que psychologiques [46]. Nous avons ensuite procédé à une évaluation des spécifications de l'interface d'un démonstrateur de l'équipement en projet. La suite de l'étude, pour 2000-2002, pourrait consister (en fonction de la demande de la DGA) en expérimentations sur certains points critiques de l'interface, puis en évaluations des versions prototypes retenues.

### 5.2.4 Conception de documents hypermédia et problèmes de navigation

**Participants :** L. Médini, D. L. Scapin, R. Taillefer.

Dans le cadre d'une coopération avec le CEA, une thèse en traitement de l'information est en cours. Elle a pour objectif de concevoir un référentiel de navigation hypermédia à travers un système d'information complexe structuré par des diagrammes de connaissances. La modélisation des connaissances est faite grâce à la "Method for Knowledge Systems Management"

(MKSM) qui, au niveau du module des tâches, est assez proche de MAD. Cette thèse s'appuie sur une application concrète dans le domaine de la maîtrise du risque de criticité nucléaire. Ce projet applicatif a lieu au Service d'Études de Criticité (SEC) de l'Institut de Protection et de Sécurité Nucléaire (IPSN), qui produit des connaissances et possède une grande quantité et une grande diversité d'informations dans ce domaine. L'objectif du projet est de bâtir un "Livre de Connaissances Électronique" (LCE), qui est un document hypermédia structuré comprenant un ensemble de diagrammes de connaissances et certains documents particuliers, depuis lequel il est possible de construire une requête d'interrogation de la base documentaire du SEC. Cette requête peut être soit tapée au clavier, soit construite en fonction d'éléments pertinents sélectionnés au cours de la navigation. Le LCE est généré au format XML et peut être visualisé depuis n'importe quel navigateur W3 intégrant les langages JAVA et JAVASCRIPT. Un premier prototype de LCE sur la criticité nucléaire a été présenté fin septembre à la conférence internationale sur la criticité nucléaire (ICNC'99) [29].

La démarche générale de conception du LCE est d'utiliser la modélisation des connaissances préalable à la rédaction des diagrammes afin d'identifier les différents types d'utilisateurs à qui est destiné ce système, leurs besoins en informations ainsi que les futures tâches d'utilisation. Des interfaces et des fonctionnalités spécifiques seront alors proposées en fonction de ces différents paramètres. Les avantages et inconvénients de cette démarche ont été exposés lors de la session des Rencontres Doctorales de la conférence IHM'99 [30].

Des étapes de validation ergonomiques des spécifications grâce aux travaux actuels sur l'ergonomie des sites Web, et ultérieurement de tests de validation du prototype sont prévus. À terme, l'ambition est de concevoir un générateur d'hypermédias capable de produire automatiquement des livres de connaissances électroniques à partir des modélisations obtenues lors des projets de gestion des connaissances. Une fois le transfert de technologie de la méthode MKSM effectué, les résultats de ce travail seront utilisés en dehors du cadre du CEA pour toucher d'autres secteurs de l'industrie.

Par ailleurs, une revue de question plus générale a été effectuée sur la question de l'évaluation des hypermédias [47].

### 5.2.5 Interaction multimodale orale et gestuelle

**Participants :** N. Carbonell, S. Robbe.

L'expression orale en langue naturelle est un mode de communication homme-machine susceptible de séduire le grand public, surtout dans un environnement multimodal où l'association à la parole de gestes de désignation sur un écran tactile permet de simplifier l'interprétation des expressions linguistiques de référence. D'autre part, le recours à la multimodalité parole + geste s'impose dans de nombreuses applications nouvelles où l'usage du clavier est malaisé, voire impossible : informatique mobile ou embarquée, bornes interactives, informatique domestique. Enfin, plus généralement, l'interaction multimodale homme-machine contribue à promouvoir l'accessibilité de tous, dans tous les contextes d'utilisation, à la Société de l'Information dont l'essor s'accélère sous l'impulsion des évolutions technologiques actuelles.

L'un des problèmes majeurs que pose, selon nous, la mise en œuvre de la parole en tant que mode d'expression des utilisateurs est la définition de langages d'interaction artificiels qui,

d'une part, soient faciles à traiter automatiquement et, d'autre part, soient "acceptables" par les utilisateurs [18]. S'il est illusoire d'espérer pouvoir interpréter de manière robuste la parole et le geste spontanés dans un avenir proche, la mise en œuvre de langages multimodaux artificiels "acceptables" nous semble possible dès à présent. Nous jugeons "acceptable" tout langage artificiel qui impose des contraintes d'expression maîtrisables facilement par les utilisateurs au cours de l'interaction, sans initiation préalable ou grâce à un apprentissage initial minimum.

Ce thème a fait l'objet d'un programme de recherche empirique de l'usage de la parole et du geste 2D en situation d'interaction homme-machine effective.

Ce programme, soutenu partiellement par la DGA-DRET (octobre 1996 à mai 1998) et réalisé en collaboration avec des chercheurs de l'IMASSA-CERMA, est centré sur l'étude du comportement d'utilisateurs potentiels de la multimodalité parole + geste dans quatre situations d'interaction homme-machine différentes : activités de conception vs contrôle de processus et, pour chacun de ces domaines d'activité, expression multimodale spontanée vs expression contrainte.

L'objectif de ce programme est de valider empiriquement, dans des situations d'interaction homme-machine variées, l'acceptabilité (au sens que nous donnons à ce terme) et l'utilisabilité (*usability*) des contraintes d'expression que nous avons définies. Plus généralement, ce programme contribue à tester la pertinence de la méthode que nous proposons pour définir des langages d'interaction multimodaux acceptables, et à identifier son degré de généralité (c'est-à-dire son indépendance) par rapport au domaine d'application.

Cette année, l'activité a porté principalement sur l'analyse, sous différents angles d'étude, des protocoles multimodaux recueillis au cours de l'une des quatre expériences, celle où les sujets (au nombre de 8) devaient réaliser des tâches de conception graphique simples en respectant des contraintes d'expression orales et gestuelles prédéfinies.

Les résultats de ces analyses et de l'étude de leur pertinence statistique sont décrits dans la thèse de Sandrine Robbe<sup>9</sup>. Ils ont été présentés cette année à IHM'99 [34].

Les résultats de l'analyse des protocoles multimodaux recueillis au cours de l'expérience autorisant l'usage spontané de la parole et du geste pour réaliser des tâches de conception graphique identiques à celles des sujets de l'expérience mentionnée précédemment, ont fait l'objet d'une communication à HCI Int'l'99 [26]. À mentionner également un exposé invité à HCI Int'l.'99 sur la contribution possible de l'interaction multimodale à la promotion d'un accès universel à la Société de l'Information [27].

Les protocoles multimodaux des deux autres expériences du programme ayant été transcrits cette année, nous pourrions, au cours de l'année à venir, effectuer leur analyse et comparer les résultats obtenus avec ceux des deux autres expériences, en vue de déterminer l'influence éventuelle de contraintes temporelles sur l'usage de la multimodalité. Cette étude complètera le programme de recherche présenté plus haut.

Ensuite, nous considérerons l'application des résultats obtenus dans le cadre de ce programme de recherche à des langages d'interaction plus riches et plus complexes que les langages de commande usuels, en particulier ceux que nécessite la recherche d'informations sur le Web.

---

9. Robbe, S. (1998). *Étude ergonomique de contraintes d'expression orales et gestuelles dans un environnement multimodal d'interaction homme-machine*. Doctorat de l'Université Henri Poincaré, spécialité informatique, Nancy, 15 décembre.

### 5.2.6 Ergonomie des outils de conception dans les industries de la confection

**Participants** : J. M. C. Bastien, D. L. Scapin, N. Carbonell.

Dans le cadre d'un projet EUREKA, une collaboration entre le projet MERLIn, le projet MIRAGES et LECTRA-SYSTEMES a débuté avec l'objectif de fournir les outils informatiques futurs des stylistes et modélistes. La contribution du projet MERLIn sera multiforme :

- Inspection ergonomique des outils informatiques existants,
- Modélisation de l'activité des stylistes et modélistes,
- Identification des composants langagiers de l'activité,
- Tests empiriques des futurs prototypes,
- Étude de la manipulation de modèles 3D.

Une partie de ces travaux sera effectuée en relation avec les études sur le multimodal. En effet, les résultats obtenus concernant la conception de langages d'interaction multimodaux acceptables seront appliqués pour définir le langage d'interaction avec les outils logiciels réalisés dans le cadre de ce projet. Ceci permettra de valider et d'enrichir les conclusions du programme d'étude empirique de l'interaction multimodale en cours.

La conception de l'interface utilisateur permettant le pilotage des outils proposés fera également appel aux résultats de la recherche sur les stratégies d'aide en ligne décrite précédemment pour définir le module d'aide à l'utilisation des outils. Ce qui permettra de valider les stratégies identifiées et implémentées dans le cadre de cette recherche.

### 5.2.7 Interfaces pour utilisateurs handicapés

**Participants** : J. M. C. Bastien, G. Michel, J.-C. Sperandio, G. Uzan, J. Vanderdonck.

L'accès à l'information et la communication sont pour les personnes handicapées visuelles, des problèmes fondamentaux. Ils sont un obstacle majeur à leur intégration scolaire, professionnelle et sociale. Depuis plusieurs années un certain nombre de travaux ont été effectués afin de rendre Internet accessible aux déficients visuels. Mais il faut constater que, malgré un certain nombre de résultats intéressants en termes de recommandations ergonomiques, d'outils comme des navigateurs spécialisés ou d'agents, et d'adaptation de html, l'accessibilité au Web par les déficients visuels reste très limitée. Accéder à de l'information en passant par un moteur de recherche ou tout simplement lire une page d'un site sont encore des tâches très coûteuses en temps et en charge mentale pour la plupart des aveugles, et ne leur permet pas de parvenir aux buts fixés pour la consultation. De plus seuls quelques rares sites sont adaptés au handicap visuel. L'accessibilité d'Internet par les déficients visuels est depuis plusieurs années un de nos axes de recherche (cf. [33, 24]).

L'utilisation d'une messagerie électronique, un certain nombre de travaux l'ont confirmé, est une tâche bien moins complexe que la navigation sur Internet et pour laquelle des résultats intéressants peuvent être envisagés à plus courte échéance. Quelques logiciels de messageries

électroniques destinés aux aveugles ont été construits, mais toujours avec l'idée classique dans le domaine du handicap, de la correction ou de l'adaptation d'une technologie. Notre point de vue est à ce niveau fondamentalement différent. Nous ne voulons pas corriger ou adapter un système existant, mais au contraire concevoir un système spécifique. Pour notre messagerie, les objectifs sont les suivants :

- Une assistance vocale permettant un accès à tous les aveugles et malvoyants capables d'utiliser un clavier informatique,
- Une facilité d'apprentissage grâce à un nombre très réduit de commandes à retenir,
- Une prise en compte du contexte de la situation,
- Une assistance et un guidage très importants,
- Une réduction de la charge mentale en particulier en diminuant la répétition des messages rendant les synthèses vocales rapidement irritantes voire insupportables.

Cette messagerie est actuellement testée par plusieurs aveugles. Par ailleurs des essais d'utilisabilité sont en cours (cf. [36]).

Des travaux, dans le cadre d'une collaboration avec l'Université de Santa Catarina (Brésil) ont concerné l'évaluation de la qualité ergonomique d'un système électronique de vote utilisé actuellement au Brésil. Dans une première étape une inspection ergonomique a mis en évidence les problèmes d'utilisabilité du point de vue d'une population dite sans problèmes par rapport aux nouvelles technologies. Des tests d'utilisabilité effectués auprès de deux catégories que nous considérons comme étant des exclus technologiques, des aveugles et des personnes vieillissantes, ont démontré l'incompatibilité de ce système par rapport à ces populations. Une analyse statistique des résultats de votes d'élections récentes semble confirmer les erreurs ergonomiques ainsi que leur impact sur un processus normal de vote. Cette première étude a clairement mis en évidence le danger d'une généralisation sauvage des interfaces pour tous (cf. [32, 31]).

Afin de remédier à cette situation, il faut que les concepteurs des NTIC, mais aussi ceux de tout système électronique public, prennent en considération les spécificités de ces populations de sorte à les aider à sortir de leur exclusion [23]. Il convient, en premier lieu, de mener des études et de diffuser l'information sur ces catégories de population dont le nombre ne fera que grandir à l'avenir du fait de la démographie et des évolutions de la technologie des interfaces (Web, Web-TV, réalité virtuelle, ...). Dans cette perspective, une étude a été menée sur l'accès des aînés aux objets techniques (cf. [45]).

Une autre étude a également concerné l'accessibilité des sites Web aux personnes handicapées, notamment aux mal- et non-voyants. La Cité des Sciences et de l'Industrie (C.S.I.) propose une gamme importante de services (expositions, spectacles, congrès, médiathèque, librairie, boutiques, etc.). Un des objectifs de la C.S.I. est de rendre ces services accessibles à tous les visiteurs, en particulier aux visiteurs handicapés : handicapés moteurs, mal- et non-voyants, sourds et handicapés mentaux. À cette fin, elle a mis en place un service interne spécial chargé de veiller à l'accessibilité de ces services. La C.S.I. s'est dotée, tout récemment, d'un site Web

afin d'informer un plus grand nombre de visiteurs potentiels. Ce site, comme la plupart des sites Web d'ailleurs, n'a pas été conçu pour des personnes ayant des besoins spécifiques.

Afin d'évaluer la qualité ergonomique de son site Web et l'accessibilité aux personnes non voyantes, deux évaluations ont été réalisées :

- L'inspection ergonomique du site Web,
- L'évaluation de la conformité du site Web aux recommandations pour l'accessibilité aux personnes handicapées visuelles.

Les *Critères Ergonomiques* de même qu'une compilation de recommandations pour la conception de sites Web ont été utilisés pour évaluer le site de la Cité des Sciences. Le rapport d'évaluation [37] a indiqué les choix de conception qui étaient non conformes aux Critères et aux recommandations ergonomiques et a proposé des alternatives de conception. Ce rapport a fait l'objet d'une présentation à l'équipe de développement et de maintenance du site Web. L'inspection ergonomique concerne essentiellement les recommandations pouvant être appliquées à un large public. Si certains critères ergonomiques concernent l'adéquation de l'interface aux caractéristiques spécifiques des utilisateurs, les recommandations qu'ils recouvrent sont cependant générales. Or, en ce qui concerne la non-voyance, plusieurs organismes<sup>10</sup> proposent déjà des recommandations pour la conception des sites Web. Cette deuxième phase de l'étude a donc consisté à évaluer la conformité du site Web aux recommandations spécifiques à l'accessibilité aux personnes handicapées visuelles.

Le rapport d'évaluation [38], tout comme le précédent d'ailleurs, a permis de mettre en lumière les choix de conception non conformes aux recommandations ergonomiques et a proposé une démarche alternative consistant à proposer un site spécifique aux besoins des non-voyants. Ce rapport a, comme le précédent, fait l'objet d'une présentation à l'équipe de développement et de maintenance du site Web.

## 6 Contrats industriels (nationaux, européens et internationaux)

- Projet ESPRIT IT : "Commerce & Interactions" C&I. Études ergonomiques des interactions hypermédias dans le domaine électronique. Collaborations notamment avec les partenaires industriels liés au Projet ESPRIT C&I (SEARS, FREEMANS, ECHAN-GEUR) : évaluation ergonomique de sites Web (jusqu'à juin 1999).
- Projet GIS-Sciences de la Cognition avec le LIHS (Outil d'aide à l'évaluation ergonomique) (jusqu'à novembre 1999).
- Projet EUREKA avec LECTRA Systèmes - (conception 3D).
- Contrat MIRE/CNAV sur l'utilisation d'Internet par les personnes âgées. Il s'agit d'une étude expérimentale incluant une phase d'apprentissage et d'entraînement sur différents scénarios d'utilisation d'Internet.

---

10. ex., Vanderheiden, G., Chisholm, W., & Jacobs, I. (1998). WAI accessibility guidelines: page authoring (Working draft): W3C. Disponible à : <http://www.w3.org/TR/1998/WD-WAI-PAGEAUTH-0203>.

- Contrat (allocation de recherche) DGA/CNRS, en coopération avec l'IMASSA-CERMA : définition et évaluation de stratégies d'aide en ligne efficaces, depuis de 1/10/1998.
- Contrat avec la Cité des Sciences et de l'Industrie : "L'accessibilité des sites Web aux personnes présentant des handicaps visuels".
- Contrat avec le Centre Expérimental d'EUROCONTROL : "Le contrôle du trafic aérien en route : étude de la facilité d'apprentissage d'une interface nouvelle".

## 7 Actions régionales, nationales et internationales

### 7.1 Actions nationales

- G.I.S. Science de la cognition, collaboration avec le LIHS (Université de Toulouse I) : Conception ergonomique d'interfaces Web: démarche et outil logiciel de guidage et de support (J. M. C. Bastien, C. Leulier, S. Garrigues, D. L. Scapin, J. Vanderdonckt).
- Création et animation du Réseau Régional Grand Est de l'Action Concertée Incitative "Cognitive" du MENRT (N. Carbonell [39]).
- Actions Concertées Incitatives du MENRT: Évaluation de projets de recherche (réponses à l'appel d'offres Cognitive, juillet 1999) : N. Carbonell; Expertise dossier Action Blanche: D. L. Scapin.
- Expertise création de projet IMAG (D. L. Scapin).
- Expertise projet Institut Franco-Chinois (D. L. Scapin).
- Expertise d'un projet de création d'entreprise pour le compte de l'ANVAR (N. Carbonell).

### 7.2 Actions financées par la commission européenne

- Projet ESPRIT IT : "Commerce & Interaction": Études ergonomiques des interactions hypermédias dans le domaine du commerce électronique.
- Projet COMEDIA (EUREKA), en collaboration avec LECTRA-Systèmes et avec le projet MIRAGES de l'INRIA-Rocquencourt : ergonomie des outils de conception dans les industries de la confection.

### 7.3 Réseaux et groupes de travail internationaux

- ISO/TC 159/SC4/WG5 (Software ergonomics and human-computer dialogues) ; Expert : D. L. Scapin
- ISO/TC 159/SC4/WG6 (Human-centred design processes for interactive systems) : Expert : D. L. Scapin

- Working Group ERCIM "User Interfaces for All"; member of the Steering Committee : N. Carbonell.
- Participation au 3rd International Scientific Forum "Towards an Information Society for All" (Meeting and Workshop in Munich, august 1999) : N. Carbonell.

## **7.4 Relations bilatérales internationales**

### **7.4.1 Europe**

- Université Catholique de Louvain, Belgique : collaboration dans le cadre du GIS-Cognition et Conception (Conception ergonomique d'interfaces Web : démarche et outil logiciel de guidage et de support).

### **7.4.2 Amérique du Nord**

- IBM Centre for Advanced Studies, North York, Ontario, Canada : collaboration pour la mise au point de techniques d'évaluation de l'utilisabilité, notamment appliquées au commerce électronique (G. Silberman).

### **7.4.3 Amérique du Sud et Amérique Centrale**

- Collaboration avec le Département de Génie de Production et Systèmes, Université Fédérale de Santa Catarina, Brésil (W. Cybis, N. Dos Santos), sur le thème organisation des connaissances ergonomiques pour la conception et l'évaluation d'interfaces et modélisation des tâches (D. L. Scapin) et sur le thème interfaces pour utilisateurs handicapés visuels (G. Michel).
- Programme d'échange avec l'Université Catholique de Santiago, Chili, dans le cadre du Comité ECOS - Sud (Évaluation Orientation de la Coopération Scientifique), de l'Université René Descartes. Thème : transfert technologique et conception de systèmes. Responsable C. De la Garza.

### **7.4.4 Pacifique et Asie du Sud**

- Collaboration avec le CSIRO-MIS, Intelligent Interactive Technology Group Macquary University, Sydney, NSW, Australia. Thème de la modélisation pour la conception des logiciels interactifs. Responsable : M. Specht.

## **8 Diffusion de résultats**

### **8.1 Animation de la Communauté scientifique**

#### **8.1.1 Organisation de manifestations scientifiques**

- Co-Présidence ERGO-IHM 2000 : D. L. Scapin.

- Organisation d'une journée scientifique, Réseau Régional Grand Est en Science cognitives : N. Carbonell.

### 8.1.2 Comité éditorial de journaux

- Behaviour and Information Technology. Member of the Editing Committee : D. L. Scapin.
- Cognition, Technology & Work. Reviews : D. L. Scapin.
- Human Factors. Reviews : D. L. Scapin
- Interacting with Computers. Special Editorial Board Member : D. L. Scapin.
- International Journal of Cognitive Ergonomics. Member of the Editing Committee : J.-C. Sperandio.
- International Journal of Human-Computer Interaction. Member of the Editing Committee : J.-C. Sperandio ; Special issue IJHCI on Empirical Studies of WWW Usability. Reviews : D. L. Scapin.
- International Journal of Human-Computer Studies. Reviews : N. Carbonell, D. L. Scapin.
- Revue d'Interaction Homme-Machine. Membres du Comité de Rédaction : D. L. Scapin ; J. M. C. Bastien
- Technique et Science Informatiques. Membre du Comité de Rédaction : N. Carbonell ; Reviews : J. M. C. Bastien
- TOCHI (Transactions on Computer-Human Interactions). Reviews : D. L. Scapin
- Le Travail Humain : Membre du Comité de Rédaction : J.-C. Sperandio ; Membre du Comité de Consultants : N. Carbonell.
- Speech Communication. Reviews : N. Carbonell.

### 8.1.3 Comité éditorial de conférences

- CHI'99 (Conference on Human Factors in Computing Systems), Pittsburg, USA, May 15-20, 1999. Member of the Papers Reviewing Committee : D. L. Scapin.
- CHI'2000 : Conference on Human Factors in Computing Systems, The Hague, The Netherlands, April 1-6, 2000. Member of the Papers Reviewing Committee : J. M. C. Bastien.
- 5th ERCIM Workshop on "User Interfaces for All", Special Theme : "User-Tailored Information Environments", Dagstuhl, Germany, Nov. 28 - Dec. 1st, 1999. Members of the Programme Committee : N. Carbonell, D.L. Scapin.

- ERGO-IHM 2000, Biarritz, 3-6 octobre 2000. Membre du Comité de Programme : D. L. Scapin (Co-Président), J.-C. Sperandio (Responsable des Communications Courtes), J. M. C. Bastien, N. Carbonell, J. Vanderdonckt (Membres du Comité Scientifique).
- Ethics in Information Technology Design, Albi, Toulouse, December 9-10, 1999. Member of the Programme Committee : D. L. Scapin.
- Handicap 2000, Paris, 15-16 juin 2000 : Membre du Comité Scientifique : J.-C. Sperandio.
- HCI International '99, Munich, Germany, August 22-27, 1999. Member of the Conference Board : J.-C. Sperandio ; Member of the Communication and Interaction in Information Networks Program Board : D. L. Scapin.
- HCI International 2001, New Orleans, August 5-10, 2001. Members of the International Programme Committee : D. L. Scapin, J.-C. Sperandio.
- IEEE ICMS99, the 6th IEEE International Conference on Multimedia Computing and Systems Florence, Italy, June 7-11, 1999. Reviews : D. L. Scapin.
- IHM'99 (Onzièmes journées francophones sur l'interaction homme-machine), Montpellier, 22-26 novembre 1999. Membres du Comité de Programme : N. Carbonell, D. L. Scapin (Vice-Président) ; Membre du comité de lecture : J. M. C. Bastien.
- INTERACT'99 (7th. Conference on Human-Computer Interaction), Edinburgh, Scotland, August 30 - September 3rd. Member of the International Programme Committee : D. L. Scapin
- International Conference on Intelligent User Interfaces (ACM), Los Angeles, CA, Jan. 5-8, 1999. Member of the International Programme Committee : N. Carbonell.
- TFWWG'2000 - Int. Workshop on Tools for Working with Guidelines. Members of the International Programme Committee : N. Carbonell, D. L. Scapin, J. Vanderdonckt.
- First Conference on Universal Access in Human-Computer Interaction, New-Orleans, August 5-10, 2001. Member of the International Programme Committee : N. Carbonell.

#### 8.1.4 GdR, etc.

- GdR PRC I3 (Information, Interaction, Intelligence), membres du comité de programme : J. M. C. Bastien, D. L. Scapin
- GIS COGNISCIENCES : D. L. Scapin (Évaluation de projets)

#### 8.1.5 Sociétés savantes

- ACM-SIGCHI (Association of Computing Machinery ; Special Interest Group on Computer-Human Interaction). Membres : J. M. C. Bastien, D. L. Scapin.
- AFIA (Association Française d'Intelligence Artificielle). Membre : N. Carbonell.

- AFIHM (Association Francophone d’Interaction Homme-Machine). Membre : D. L. Scapin (membre du C.A., Président 98-99, membre de la Commission de Pilotage des Manifestations Scientifiques) ; J. M. C. Bastien (membre du C.A.) ; Membres : N. Carbonell.
- ARC (Association pour la Recherche Cognitive). Membre : N. Carbonell.
- HFES (Human Factors and Ergonomics Society). Membres : J. M. C. Bastien et D. L. Scapin.
- HFES-Europe. Membre : D. L. Scapin (Ancien President).
- HFES-CSTG (Computers Systems Interest Group). Membres : J. M. C. Bastien et D. L. Scapin.
- IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers). Member : N. Carbonell.
- ISCA (International Speech Communication Association). Member : N. Carbonell.
- SABA (Society for the Advancement of Behavior Analysis). Membre : J. M. C. Bastien
- SELF (Société d’Ergonomie de Langue Française). Membre : J. M. C. Bastien, C. De la Garza, D. L. Scapin, M. Specht, J.-C. Sperandio.
- SFA (Société Française d’Acoustique ; Groupe Francophone de la Communication Parlée). Membre : N. Carbonell

### 8.1.6 Jurys de thèses

- Guillaume Patry, "Contribution à la conception du dialogue homme-machine dans les applications graphiques interactives de conception technique : le système GIPSE", Doctorat de l’Université de Poitiers, spécialité informatique, Poitiers, mars 1999 (N. Carbonell, rapporteur).
- Djamel Hadjadj, "Environnements logiciels pour la conception d’interfaces multimodales non-visuelles", Doctorat de l’Université Paris XI Orsay, spécialité informatique, Orsay, juin 1999 (N. Carbonell, rapporteur).
- Hervé Frezza, "Un modèle de cortex pour le comportement motivé d’un agent neuro-mimétique autonome", Doctorat de l’Université Henri Poincaré, spécialité informatique, Nancy, octobre 1999 (N. Carbonell, rapporteur interne).
- Marc-Eric Bobillier Chaumon, "Les transferts d’apprentissage dans le cadre des transferts technologiques informatique : le cas du maquettage en conception informatique", Doctorat de l’université de Metz, spécialité Psychologie (D. L. Scapin, rapporteur).

## 8.2 Enseignement universitaire

- DESS Ergonomie Industrielle, Université de Valenciennes et du Hainaut-Cambresis : J. M. C. Bastien (6h)
- DESS d'ergonomie, Université René Descartes : J.-C. Sperandio (100 h), J. M. C. Bastien (72 h), M. Specht (50 h), C. Leulier (4h), C. De la Garza (70h)
- DEA Psychologie cognitive, Université René Descartes : J. M. C. Bastien (10h)
- DESS d'Intelligence Artificielle, Université Paris 6 : D. L. Scapin (9h)
- DEA d'ergonomie, CNAM-EPHE-Toulouse : J.-C. Sperandio (12h), J. M. C. Bastien (9 h), C. De la Garza (9h)
- D.U. Facteurs Humains pour la conception de systèmes homme-machine en aéronautique, Université René Descartes : J. M. C. Bastien (3h)
- 3ème cycle "Marketing et Commerce sur Internet", Pôle Universitaire Léonard de Vinci : C. Leulier (6h)
- DESS Ingénierie des Ressources Humaines, Université René Descartes : C. De la Garza (14h), M. Specht (8 h), J. M. C. Bastien (3h)
- DESS Information Scientifique et Technique, co-habilité par les trois universités de Nancy : N. Carbonell (70h)
- ENSSIB : J. M. C. Bastien (3h)

## 8.3 Participation à des colloques, séminaires, invitations

- Journée ARES-Lorraine "Recherche et Défense", 11 février, 1999, Nancy : N. Carbonell (exposé invité).
- CADUI'99 : International Conference on Computer-Aided Design of User Interfaces, October 21-23, 1999, Institut d'Administration et de Gestion, Université Catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve, Belgique : J. M. C. Bastien, D. L. Scapin.
- CHI'99 (Conference on Human Factors in Computing Systems), May 15-20, 1999, Pittsburgh, USA. : D. L. Scapin.
- Journées Commerce Électronique, Lille, 5/2 : D. L. Scapin (communication invitée).
- 5th ERCIM Workshop on "User Interfaces for All", Special Theme : "User-Tailored Information Environments", Dagstuhl, Germany, Nov. 28 - Dec. 1st, 1999 : N. Carbonell, D. L. Scapin.
- 1999 International Conference on Intelligent User Interfaces (ACM), Los Angeles, CA, Jan. 5-8, 1999 : N. Carbonell.

- HCI International 99 (8th International Conference on Human-computer Interaction), Munich Germany, August 24 1999, Session "Towards an Information Society for All Universal Access": N. Carbonell (invited talk).
- IHM'99 (Onzièmes journées francophones sur l'interaction homme-machine), Montpellier, 22-26 novembre 1999 : J. M. C. Bastien, A. Capobianco, N. Carbonell, C. Leulier, L. Médini, D. L. Scapin.
- First MSR European Briefing, Microsoft Research, Cambridge, UK, April 25-27 : N. Carbonell (invited)
- SELF'99 : XXXIVème Congrès de la Société d'Ergonomie de Langue Française, 15-17 septembre 1999, Caen : J. M. C. Bastien, G. Michel, M. Specht, J.-C. Sperandio, R. Taillefer.
- Séminaire Vieillissement et Travail "Âge, expérience et efficacité au travail", EPHE-CREAPT, Paris, mai 1999" : C. De la Garza (communication invitée).
- Gérontexpo, Journées Européennes "Qualité et innovations télématiques" de l'IUP ville et santé Ingénierie du vieillissement, Paris, mars 1999 : C. De la Garza, M. Specht (table ronde).
- CSIRO/CMIS Hail Seminar, Sydney, Australia. August 1999 : M. Specht (invited talk).
- Colloque GUT'99, Lyon, 18 mai 1999 : S. Robbe.
- 7th European Summer School on Language and Speech Communication : Multimodality in Language and Speech Systems (MiLASS), July 12-23, 1999, Stockholm : Antonio Capobianco.
- "Software Support for Universal Design", UAHCI'2001 - First Int. Conf. on Universal Design, New Orleans, 2001. Conférence invitée : J. M. C. Bastien, D. L. Scapin, J. Vanderdonckt.

## 9 Bibliographie

### Ouvrages et articles de référence de l'équipe

- [1] R. AMALBERTI, N. CARBONELL, P. FALZON, « User representations of computer systems in human-computer speech interaction », *International Journal of Man-Machine Studies* 38, 1993, p. 547–566.
- [2] J. M. C. BASTIEN, D. L. SCAPIN, « A validation of ergonomic criteria for the evaluation of human-computer interfaces », *International Journal of Human-Computer Interaction* 4, 1992, p. 183–196.
- [3] J. M. C. BASTIEN, D. L. SCAPIN, « Evaluating a user interface with ergonomic criteria », *International Journal of Human-Computer Interaction* 7, 1995, p. 105–121.

- 
- [4] N. CARBONELL, « Acquisition et formalisation de stratégies d'aide à la mise en œuvre de logiciels grand public », *rapport de recherche*, Inria, Rocquencourt, France, février 1997, Contribution au Rapport final du Projet de Recherche "Dialogue et coopération" soutenu par le PRC 'Sciences Cognitives'.
- [5] A. POLLIER, « Évaluation d'une interface par des ergonomes: diagnostics et stratégies », *Le Travail Humain* 55, 1992, p. 71–96.
- [6] S. ROBBE, *Étude ergonomique de contraintes d'expression orales et gestuelles dans un environnement multimodal d'interaction homme-machine*, thèse de doctorat, Université Henri Poincaré, décembre 1998.
- [7] F. G. RODRÍGUEZ, D. L. SCAPIN, « Editing MAD\* task descriptions for specifying user interfaces, at both semantic and presentation levels », *in: Proceedings of the Eurographics Workshop (DSV-IS'97): Design, Specification, and Verification of Interactive Systems '97, Granada, Spain*, M. D. Harrison, J. C. Torres (éditeurs), Springer-Verlag/Wien, p. 193–208, New York, NY, 4–6 june 1997.
- [8] D. L. SCAPIN, J. M. C. BASTIEN, « Ergonomic criteria for evaluating the ergonomic quality of interactive systems », *Behaviour & Information Technology* 16, 1997, p. 220–231.
- [9] D. L. SCAPIN, C. PIERRET-GOLBREICH, « Towards a method for task description », *in: Proceedings of Working With Display Units*, L. Berlinguet, D. Berthelette (éditeurs), Elsevier, p. 371–380, Amsterdam, The Netherlands, 1990.
- [10] D. L. SCAPIN, « The need for a Psycho-engineering approach to HCI », *in: II Congresso Latino Americano e VI Seminario Brasileiro de Ergonomia, Florianopolis, Brasil*, p. 3–22, 10–13 octobre 1993.
- [11] D. L. SCAPIN, « Situation et perspectives en ergonomie du logiciel », *in: L'Ergonomie dans la conception des projets informatiques*, J.-C. Sperandio (éditeur), Octares, Toulouse, France, 1993, p. 7–68.
- [12] S. SEBILLOTTE, D. L. SCAPIN, « From users' task knowledge to high level interface specification », *International Journal of Human-Computer Interaction* 6, 1994, p. 1–15.
- [13] S. SEBILLOTTE, « Décrire des tâches selon les objectifs des opérateurs. De l'interview à la formalisation », *Le Travail Humain* 54, 1991, p. 193–223.
- [14] J.-C. SPERANDIO, « L'ergonomie cognitive », *Psychologie Française* 40, 1995, Numéro spécial.
- [15] J.-C. SPERANDIO, « Apports de l'ergonomie à la conception et aux choix des aides techniques pour personnes handicapées », *Performances Humaines et Techniques*, avril 1996, p. 39–43, Hors série: Situations de handicaps: Nouvelles approches ergonomiques.
- [16] J.-C. SPERANDIO, « L'apport de la psychologie du travail », *in: Traité d'ergonomie*, P. Cazamian et F. Hubault (éditeurs), Octares, Toulouse, France, 1996.
- [17] J.-C. SPERANDIO, *L'ergonomie face aux changements technologiques et organisationnels du travail humain*, Octares, Toulouse, France, 1996.

## Thèses et habilitations à diriger des recherches

- [18] V. PAGEL, *De l'utilisation d'informations acoustiques suprasegmentales en reconnaissance automatique de la parole*, thèse de doctorat, Université Henri Poincaré, Novembre 1999, Spécialité informatique.

## Articles et chapitres de livre

- [19] J. M. C. BASTIEN, D. L. SCAPIN, C. LEULIER, «The Ergonomic criteria and the ISO 9241-10 Dialogue Principles: A pilot study in an evaluation task», *Interacting with Computers 11*, 1999, p. 299–322.
- [20] M. SPECHT, J.-M. BURKHARDT, C. DE LA GARZA, «De l'ergonomie des objets techniques dans le quotidien des personnes âgées à l'analyse de l'utilisation d'Internet», *Retraite et Société 27*, 1999, p. 21–38.
- [21] M. SPECHT, J.-C. SPERANDIO, C. DE LA GARZA, «L'utilisation réelle des objets techniques du quotidien par les personnes âgées», *Réseaux 96*, 1999, p. 97–120, Numéro spécial: Communication et personnes âgées.
- [22] M. SPECHT, J.-C. SPERANDIO, C. DE LA GARZA, «Point de vue de l'ergonomie sur les objets techniques dans le quotidien des personnes âgées: l'utilisation réelle des nouvelles technologies de la communication par les personnes âgées», *Réseaux 96*, 1999, Numéro spécial: Communication et personnes âgées.
- [23] J.-C. SPERANDIO, G. UZAN, R. OLTRA, «L'informatique comme barrière d'exclusion ou comme aide technique à l'intégration», *Performances Humaines et Techniques*, juin 1999, p. 34–40, Numéro hors série: "Situation de handicap".
- [24] J.-C. SPERANDIO, «La compréhension des processus d'exclusion et des phénomènes de ruptures», *Performances Humaines et Techniques*, juin 1999, p. 5–8, Numéro hors série: "Situation de handicap".

## Communications à des congrès, colloques, etc.

- [25] S. BALBO, M. SPECHT, «Extending the scope of task models in industrial context», *in: OZCHI'99, Charles Sturt University, Wagga Wagga, NSW, Australia*, november 28–30 1999.
- [26] N. CARBONELL, P. DAUCHY, «Empirical data on the use of speech and gestures in a multimodal human-computer environment», *in: Proceedings of HCI International '99, Munich, Germany*, H.-J. Bullinger, J. Ziegler (éditeurs), Lawrence Erlbaum Associates, p. 446–450, London, UK, August 22-26 1999.
- [27] N. CARBONELL, «Multimodality: a primary requisite for achieving an information society for all», *in: Proceedings of HCI International '99, Munich, Germany*, H.-J. Bullinger, J. Ziegler (éditeurs), Lawrence Erlbaum Associates, p. 898–902, London, UK, August 22-26 1999.
- [28] C. LEULIER, J. M. C. BASTIEN, D. L. SCAPIN, «L'évaluation des sites Web: apports respectifs des questionnaires de satisfaction et de l'inspection ergonomique», *in: IHM'99, Le Corum, Montpellier, France*, p. 69–72, 22-26 novembre 1999.

- [29] L. MÉDINI, J. ANNO, V. ROUYER, D. L. SCAPIN, « Towards a knowledge oriented system for information management in nuclear safety », in : *Proceedings of the Sixth International Conference on Nuclear Criticality Safety, Versailles, France*, p. 1451–1461, 20-24 septembre 1999.
- [30] L. MÉDINI, « Utilisation de la modélisation des connaissances pour la conception d'un référentiel hypermédia d'accès à l'information scientifique et technique », in : *IHM'99, Le Corum, Montpellier, France, Cépaduès, Toulouse*, 22-26 novembre 1999. Rencontres Doctorales.
- [31] G. MICHEL, W. DE ABREU, « Exclusion et technologies », in : *4ème Congrès International de Psychosociologie Appliquée, Rennes*, Juin 1999.
- [32] G. MICHEL, W. DE ABREU, « Vers une exclusion technologique : expérience de l'évaluation ergonomique du vote électronique au Brésil », in : *IHM'99, Le Corum, Montpellier, France, Cépaduès*, p. 150–157, Toulouse, 22-26 novembre 1999.
- [33] G. MICHEL, G. UZAN, « Recommandations ergonomiques pour la conception des pages Web pour un meilleur accès des personnes handicapées visuelles à Internet », in : *Séminaire de l'AFRH, Paris*, p. 898–902, Mai 1999.
- [34] S. ROBBE, N. CARBONELL, P. DAUCHY, « Contraintes d'expression orales et gestuelles en situation d'interaction multimodale », in : *IHM'99, Le Corum, Montpellier, France, Cépaduès*, p. 142–149, Toulouse, 22-26 novembre 1999.
- [35] M. SPECHT, J.-M. BURKHARDT, J.-C. SPERANDIO, « Approche ergonomique de l'adéquation d'Internet aux personnes âgées : les contraintes d'apprentissage », in : *XXXIVème Congrès de la Société d'Ergonomie de Langue Française (SELF), Caen, France*, p. 89–98, 15-17 septembre 1999.
- [36] G. UZAN, G. MICHEL, P. BOUTAUD, « De l'interface de surface à l'assistance dans la communication : une messagerie électronique pour aveugles », in : *Journées Ergonomie et Télécommunications du XXXIVème Congrès de la Société d'Ergonomie de Langue Française (SELF), Caen, France*, p. 37–46, Paris, 14 septembre 1999.

## Rapports de recherche et publications internes

- [37] J. M. C. BASTIEN, G. MICHEL, « La Cité des Sciences et de l'Industrie : Rapport d'inspection ergonomique », *Rapport de contrat*, Laboratoire d'Ergonomie Informatique, Université René Descartes, mars 1999.
- [38] J. M. C. BASTIEN, « La Cité des Sciences et de l'Industrie : Rapport d'inspection ergonomique sur l'accessibilité du site Web », *Rapport de contrat*, Laboratoire d'Ergonomie Informatique, Université René Descartes, décembre 1999.
- [39] N. CARBONELL, « Activité scientifique du Réseau Grand Est du GIS 'Sciences de la Cognition' - Bilan et perspectives », *Rapport loria*, Loria, Nancy, France, 1999.
- [40] C. DE LA GARZA, J.-M. BURKHARDT, M. SPECHT, « Utiliser Internet : aspects d'apprentissage et de formation pour les personnes de plus de 50 ans », *Rapport d'avancement*, Laboratoire d'Ergonomie Informatique, U. René Descartes, Paris, septembre 1999, Contrat CNAV-MIRE/LEI-Paris 5/CDC/SNCF.
- [41] C. DE LA GARZA, « Repères théoriques et méthodologiques pour l'analyse du processus de conception dans le domaine industriel », *Rapport d'avancement*, Laboratoire d'Ergonomie Informatique, U. René Descartes, Paris, octobre 1999, Projet PROSPER, Convention INRS-LEI.

- 
- [42] A. DIDELOT, C. DE LA GARZA, E. FADIER, «Analyse d'une situation de travail dans l'imprimerie et application de MAFERGO : le cas de la rotative M3000», *Rapport d'avancement*, Laboratoire d'Ergonomie Informatique, U. René Descartes, Paris, octobre 1999, Projet PROSPER, Convention INRS-LEI.
- [43] S. GARRIGUES, «Démarche de conception pour la prise en compte de connaissances ergonomiques dans la conception de sites Web», *Mémoire*, Cnam, Paris, 1999, DEA d'Ergonomie.
- [44] D. L. SCAPIN, C. FARENC, S. GARRIGUES, J. M. C. BASTIEN, P. PALANQUE, C. LEULIER, J. VANDERDONCKT, « Conception ergonomique d'interfaces Web : démarche et outil logiciel de guidage et de support », *Rapport de contrat*, Inria, Rocquencourt, mars 1999, Rapport GIS Cognisciences à paraître.
- [45] J.-C. SPERANDIO, C. DE LA GARZA, G. MICHEL, M. SPECHT, G. UZAN, «The impact of the ageing process on the use of technical equipment by disabled and able-bodied people, In Technical developments, the dynamics of age and ageing of the population», *Progress report*, Laboratoire d'Ergonomie Informatique, U. René Descartes, janvier 1999, MIRE Rencontres et Recherches.
- [46] J.-C. SPERANDIO, M. WOLFF, « Étude de l'ergonomie cognitive des technologies d'information du système combattant », *Rapport de contrat*, Laboratoire d'Ergonomie Informatique, U. René Descartes, Paris, mai 1999, DGA SPART/INEREC/LEI.
- [47] R. TAILLEFER, « Évaluation de l'hypermédia », *rapport de recherche*, Cnam, Septembre 1999, Mémoire du cours C0: Pratiques en ergonomie.