

*Projet MErLin**Méthodes pour l'Ergonomie des Logiciels
Interactifs**Lorraine - Rocquencourt*

THÈME 3A



*R*apport
*A*ctivité

2002

Table des matières

1. Composition de l'équipe	1
2. Présentation et objectifs généraux	1
3. Fondements scientifiques	2
4. Domaines d'application	4
6. Résultats nouveaux	4
6.1. Introduction	4
6.2. Étude et développement de méthodes ergonomiques pour l'évaluation et la conception de logiciels interactifs	5
6.2.1. ErgoCoin : Co-Inspection Evaluative	5
6.2.2. Extension des Critères Ergonomiques aux Environnements Virtuels	5
6.2.3. UsabilityNet	6
6.2.4. La mise en œuvre des tests utilisateurs	6
6.2.5. Performances et préférences : le rôle de l'apprentissage	7
6.2.6. Etude des tâches dans le contexte de la charge mentale	7
6.2.7. Modélisation des tâches et outils	8
6.2.8. Stratégies contextuelles d'aide en ligne	9
6.3. Ergonomie du multimédia et du multimodal	10
6.3.1. Dispositifs d'interaction multimodaux pour la conception	10
6.3.2. Etude des sites web de vente en ligne dans l'industrie du vêtement	11
6.3.3. Facilité d'apprentissage d'une nouvelle interface pour le contrôle aérien	12
6.3.4. Intégration de la parole (entrées/sorties) dans les interfaces graphiques	12
6.3.5. Accès universel à la Société de l'Information	13
6.3.6. InterLiving : La conception d'interfaces interactives pour des familles distribuées	13
6.3.7. A-book : le Cahier Augmenté	14
8. Actions régionales, nationales et internationales	15
8.1. Actions nationales	15
8.2. Actions financées par la commission européenne	15
8.3. Réseaux et groupes de travail internationaux	15
8.4. Relations bilatérales internationales	16
8.4.1. Amérique du Sud et Amérique Centrale	16
9. Diffusion des résultats	16
9.1. Animation de la communauté scientifique	16
9.1.1. Organisation de manifestations scientifiques	16
9.1.2. Comité éditorial de journaux	16
9.1.3. Comité de programme de conférences	17
9.1.4. Sociétés savantes	17
9.1.5. Jurys de thèses et HDR	18
9.2. Enseignement universitaire	18
9.3. Participation à des colloques, séminaires, invitations	18
10. Bibliographie	19

1. Composition de l'équipe

Responsables scientifiques

Dominique Scapin [DR, INRIA Rocquencourt, responsable scientifique]
Noëlle Carbonell [Pr., Université Henri Poincaré, LORIA, co-responsable scientifique]
Jean-Claude Sperandio [Pr., Université René Descartes, co-responsable scientifique]

Assistantes de projet

Christiane Demars [AI, INRIA Rocquencourt, à temps partiel]
Danielle Marchand [TR, Université Henri Poincaré, LORIA, à temps partiel]

Personnel Inria

Rémy Taillefer [AI, à temps partiel jusqu'au 15/10/02]

Chercheur associé

Wendy Mackay [Chercheur invité jusqu'au 01/09/02]

Personnel Université

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

Ingénieurs associés

Daniel Gepner [depuis le 01/12/01]
Antonio Capobianco [depuis le 01/11/02]

Doctorants

Cédric Bach [Bourse INRIA depuis le 01/01/01, U. Metz]
Antonio Capobianco [ATER, du 01/10/01 au 31/08/02 ; Bourse INRIA du 01/09/02 au 31/10/02, U. Henri Poincaré]
Noelly Grondin [Bourse INRIA depuis le 01/01/02, U. René Descartes]
Suzanne Kieffer [Bourse INRIA-Région depuis le 1/10/01, U. Henri Poincaré]
Vincent Lucquiaud [Bourse INRIA depuis le 01/01/02, U. Poitiers]
Charles Tison [Bourse INRIA depuis le 1/12/00, U. Henri Poincaré]

Stagiaires

Antoine Fatoux [Maîtrise Informatique, U. Henri Poincaré, 2 mois]
Alexandre Fournier [Maîtrise Informatique, U. Henri Poincaré, 2 mois]
Séverine Henriot [Maîtrise de Psychologie, U. René Descartes, 8 mois]
Béatrice Humbert-Renaudin [DEA Informatique, U. Henri Poincaré, 5 mois]
Myriam Negri [Maîtrise de Psychologie, U. René Descartes, 8 mois]
Fabien Sérafini [Maîtrise Informatique, U. Henri Poincaré, 2 mois]

2. Présentation et objectifs généraux

Mots clés : *aide en ligne, apprentissage, commerce électronique, conception d'interfaces, critères ergonomiques, environnements virtuels, ergonomie des logiciels, évaluation d'interfaces, facilité d'apprentissage, formalisme de description de tâches, hypermedia, ihm, interaction multimodale, interfaces 3D, laboratoire d'utilisabilité, langages d'interaction, méthodes, modèles de tâches, modélisation des connaissances, normalisation, performance utilisateur, personnes mal-voyantes, personnes âgées, préférences utilisateurs, qualité ergonomique des logiciels interactifs, satisfaction utilisateurs, systèmes d'information, tests utilisateurs, WWW.*

L'objectif du projet MErLIn 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 ¹, 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 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 bien entendu la production de connaissances et de résultats ergonomiques sous forme d'articles et de communications, 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, pour tester des hypothèses, comparer des versions d'un logiciel, conduire des expériences et également, pour mettre en œuvre, tester et rendre nos méthodes accessibles.

Le projet MErLIn s'articule actuellement autour de deux axes de recherche :

- La conception, la validation et la mise en œuvre de méthodes ergonomiques pour la conception et l'évaluation. Cela correspond notamment à la nécessité d'intégrer les résultats disponibles en ergonomie dans le processus de conception de logiciels interactifs.
- Les problèmes d'utilisation posés par les « nouvelles » applications informatiques : nouvelles populations d'utilisateurs, nouveaux domaines d'application, nouvelles formes d'interaction. Ce thème de recherche correspond à la nécessité d'acquérir des résultats en ergonomie sur des aspects innovants des logiciels interactifs et ainsi d'enrichir les connaissances ergonomiques actuelles.

Nous nous intéressons cette année plus particulièrement à l'ergonomie du Web, à l'interaction multimodale, à l'aide en ligne, à la conception dans les industries de la confection, aux environnements virtuels, aux objets 3D, aux systèmes de contrôle et de régulation.

3. Fondements scientifiques

Définitions :

- *L'ergonomie* ² 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

¹Le 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.

²Définition 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.)

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.
- Le projet traite de la *Qualité Ergonomique du logiciel*³, notion qui couvre l'ensemble des aspects du logiciel et de son environnement (par exemple, 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 : le domaine est depuis longtemps 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 éditeurs de logiciel aux États-Unis et en Europe comportent des équipes IHM-Ergonomie.
- En France : les centres de recherche sont assez peu nombreux et sont souvent « mono-disciplinaires » ; le développement des recherches pluri-disciplinaires en interaction homme-machine (ergonomie et ingénierie des IHM) est d'origine récente.

Démarche :

- Le projet MErLIn met l'accent sur la pluridisciplinarité ergonomie-informatique. L'interaction homme-ordinateur, classe particulière de l'interaction homme-machine, peut être examinée selon trois aspects complémentaires : le pôle homme, le pôle ordinateur, et le pôle interaction. Le projet MErLIn s'intéresse aux trois pôles : 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 MErLIn 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 performances (par exemple durées d'apprentissage, durées d'exécution de tâches, fréquences d'utilisation, types de navigation, taux d'erreurs, taux de rappel, etc.), d'analyse des productions verbales, d'analyse

³cf. 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.

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 ces méthodes 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 cursus universitaires en informatique ; une contribution du projet est 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 (exemple, pour les bornes interactives, le commerce électronique ou l'informatique mobile-nomade) que des spécialistes de domaines d'expertise spécifiques (par exemple, 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 (par exemple, 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 (par exemple sur Internet), etc.

4. Domaines d'application

Les domaines d'application des recherches menées cette année ont été : les sites Web, notamment pour le commerce électronique (études empiriques, études méthodologiques, co-inspection ergonomique), l'industrie du textile (analyse de l'activité, revues de questions, étude de l'interaction avec des objets 3D), les logiciels pour le grand public (aide en ligne) (Voir la section 5 pour le contenu des travaux et les sections 6 et 7 pour les partenaires).

6. Résultats nouveaux

6.1. Introduction

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 (*online help*).

- 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 et à la conception dans les industries de la confection. 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 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 d'enrichir le corpus de connaissances du domaine. Cet enrichissement est important pour le développement des recherches menées sur le premier thème du projet.

6.2. Étude et développement de méthodes ergonomiques pour l'évaluation et la conception de logiciels interactifs

Sur ce thème général, un article [18] et deux communications invitées [21] ; [20] ont fait le point respectivement, sur les étapes et méthodes de conception de logiciels interactifs centrées sur l'utilisateur, sur les méthodes ergonomiques de l'analyse à la conception et à l'évaluation ; et sur les outils d'aide au recueil d'information.

6.2.1. ErgoCoin : Co-Inspection Evaluative

Participant : D.L. Scapin.

La collaboration entre l'INRIA et l'UFSC (Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Informática, Centro Tecnológico, Laboratório de Utilizabilidade da Informática), a donné lieu à la conception d'une méthode d'évaluation ergonomique d'applications Web destinées à des concepteurs et chefs de projets non experts en ergonomie. La méthode « ErgoCoin » (pour Ergonomic Co-Inspection) n'est pas destinée à remplacer l'éventail des méthodes ergonomiques existantes, mais à permettre à des non-experts de repérer des erreurs de conception relativement flagrantes (pour des ergonomes expérimentés). L'objectif est de disposer d'une méthode peu coûteuse en temps et nécessitant peu d'expertise en ergonomie (ceci suppose donc un guidage explicite). L'inspection ergonomique est basée sur l'organisation de recommandations selon les « Critères Ergonomiques » et selon les « Composants d'Interaction », mais aussi sur la participation d'utilisateurs et de concepteurs. La Co-inspection évaluative est en effet fondée sur des inspections dont les paramètres sont issus des données d'une analyse du contexte et de la mise en œuvre du logiciel à évaluer. Pour cela, l'évaluateur procède à des interviews/questionnaires des utilisateurs et des concepteurs et accomplit une activité de description du système, puis une inspection évaluative guidée. Un rapport [41] décrit la problématique de la méthode, les modèles et composants sous-jacents ainsi que les aspects dynamiques de l'application. Des tests utilisateurs sont en cours de réalisation sur le prototype actuel, installé sur un site web en construction (<http://www.labiutil.inf.ufsc.br/ergocoin>).

6.2.2. Extension des Critères Ergonomiques aux Environnements Virtuels

Participants : C. Bach, D. L. Scapin.

Cette recherche est issue de deux exigences initiales : une exigence appliquée qui consiste à définir de quelle manière il est possible d'aider les concepteurs à évaluer et re-concevoir des applications 3D dans le domaine de l'industrie textile (Projet européen EUREKA « COMEDIA » une autre plus générique est de définir une méthode ergonomique d'inspection pour la conception et l'évaluation d'applications 3D et de R.V. (Réalité Virtuelle). La conception d'une méthode d'inspection ergonomique peut s'effectuer à l'aide de

diverses stratégies. Dans le cas présent nous avons utilisé une stratégie « bottom-up » en nous appuyant sur les connaissances actuelles en ergonomie des Environnements Virtuels (E.V). Dans un premier temps un recueil des résultats et des recommandations existantes a été effectué. Le résultat de ce travail a permis la publication d'une « Compilation de recommandations pour l'inspection et la spécification ergonomique d'Environnements Virtuels » [39]. Cette compilation comporte 180 recommandations ergonomiques organisées par critères, suite à un accord inter-juges multi-itératif. Cette compilation a pour vocation de faciliter le travail d'inspection des ergonomes en leur fournissant des connaissances sur le domaine des E.V. et des critères ergonomiques. Les recherches en cours testeront expérimentalement l'aide que peut apporter un tel document en situation d'inspection. Pour y parvenir nous avons mis en place un protocole expérimental comportant 3 expérimentations. La première expérimentation a pour objectif de vérifier les affectations des recommandations par critères ergonomiques. Lors de cette expérimentation, des sujets devront classer à l'aide des critères, des exemples de lacunes ergonomiques présentées sur des séquences vidéos. Les résultats de cette expérimentation devraient permettre, si nécessaire, d'ajuster les définitions des critères ergonomiques. La seconde expérimentation a pour objectif de vérifier le degré d'aide que le guide fournit pour la détection de problèmes ergonomiques pour une application considérée. Lors de cette expérimentation 2 groupes de sujets devront inspecter des applications 3D. Un de ces groupes aura à sa disposition les recommandations classées par critères. Dans l'autre groupe les personnes devront effectuer l'inspection en se basant uniquement sur leurs connaissances en ergonomie. Parallèlement, un test utilisateur classique mesurant performances et préférences mettra en évidence les problèmes d'utilisabilité réels. Une dernière expérimentation aura pour objectif de caractériser et de comparer les résultats d'inspections libres effectuées par des personnes de formation différentes, mais sans formation en ergonomie, notamment concepteurs vs. utilisateurs.

6.2.3. UsabilityNet

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

En dépit des bénéfices de l'approche et des méthodes centrées sur l'utilisateur (identification des besoins utilisateurs, analyse de tâches, méthodes d'évaluation, etc.) pour la conception de produits, de services et d'applications interactives, ces dernières sont peu utilisées en Europe. Pas surprenant de constater, dans ce contexte, que les applications et systèmes informatiques soient difficiles à utiliser et qu'ils ne correspondent pas aux caractéristiques des utilisateurs et de leurs activités. Afin de favoriser la dissémination et l'adoption d'une démarche ergonomique dans la conception de tels produits, un réseau a été mis sur pied dans le cadre d'un programme IST : UsabilityNet. Ce réseau de compétence a produit un site Web (<http://www.usabilitynet.org>) afin de rassembler les ressources et les compétences locales et européennes en utilisabilité (usability). Ce site permet aussi de présenter des études de cas et des tutoriels. De plus une liste de discussion sur les « best practices » est animée par les membres du réseau.

6.2.4. La mise en œuvre des tests utilisateurs

Participants : N. Grondin, C. Bastien.

Les tests utilisateurs occupent une place de première importance parmi les méthodes d'évaluation de la qualité ergonomique des logiciels interactifs. Si l'art et la manière de les mettre en œuvre (Sélection des participants, établissement des tâches, mesures à effectuer, etc.) a suscité de nombreux écrits, un aspect de cette mise en œuvre n'a toutefois pas été abordé. Cet aspect concerne la passation des participants. Traditionnellement, les tests utilisateurs se déroulent en sessions individuelles. Toutefois, dans certains contextes et avec certains participants, cette passation individuelle peut être ressentie comme inconfortable, voire intimidante. Comme alternative, les tests pourraient éventuellement se dérouler en binômes, c'est-à-dire en réunissant, à chaque session de test, deux utilisateurs plutôt qu'un seul. Une étude a donc été mise sur pied pour évaluer les avantages et inconvénients de cette alternative du point de vue du nombre et de la nature des défauts de conception que cette méthode permet d'identifier. Le domaine d'application choisi pour cette étude est la télévision interactive. Un article présentant les avantages et inconvénients des passations individuelles et par paires, lors de tests utilisateurs, a été accepté pour la conférence IHM [32]. Trente-deux participants ont réalisé 8 tâches permettant d'évaluer des services interactifs télévisuels. Pour la moitié des participants

(16) les tests se sont déroulés en séance individuelle ; pour l'autre moitié, les séances se sont déroulées par paire (8x2 participants). Les principaux résultats montrent que le temps de réalisation des tâches ne diffère pas statistiquement d'un groupe à l'autre et que les passations par paires entraînent de meilleurs taux de réussite. Par ailleurs, les passations individuelles permettent d'identifier un plus grand nombre de défauts de conception bien que les passations par paires permettent d'obtenir une meilleure compréhension des difficultés rencontrées. Quant aux types de défauts identifiés (Guidage, Compatibilité, etc.), on observe des différences selon les groupes. Ces résultats sont discutés à la lumière des commentaires publiés sur la technique des tests utilisateurs par paires.

6.2.5. Performances et préférences : le rôle de l'apprentissage

Participants : J. M. C. Bastien, S. Henriot, M. Negri.

Lors des tests utilisateurs, on s'intéresse aux performances et aux comportements des utilisateurs lors d'interactions avec les logiciels interactifs. On mesure par exemple, le temps requis pour l'exécution de chacune des tâches, l'exactitude des résultats, le nombre et le type d'erreurs, les difficultés rencontrées, etc. À la fin de ces séances de test, on demande aux participants de répondre à un questionnaire de satisfaction et dans le cas d'évaluations comparatives, on demande aux participants d'identifier le logiciel ou la version du logiciel qu'ils préfèrent. La relation pouvant exister entre les performances utilisateurs et les préférences a fait l'objet d'études. Cependant les résultats de ces dernières sont contradictoires : certaines études montrent une corrélation entre le niveau de performance et les préférences, les utilisateurs préférant les logiciels avec lesquels ils sont plus performants, alors que d'autres n'établissent aucune relation. Ces contradictions posent problème quand on pense que l'utilisabilité des logiciels interactifs se définit par référence à la fois aux aspects performance et à la satisfaction. Comment évaluer l'utilisabilité d'un logiciel lorsque les diverses mesures ne sont pas corrélées. Ces incohérences pourraient-elles être liées aux procédures de test ? La plupart du temps les tâches qui sont demandées aux participants ne sont réalisées qu'une seule fois. Cette procédure, qui est tout à fait appropriée à l'identification des difficultés, n'est peut-être pas appropriée à l'évaluation de la satisfaction et des préférences. En effet, rares sont les situations où l'utilisateur n'utilise un logiciel pour réaliser une tâche qu'une seule fois. Pour mieux cerner les aspects satisfaction et préférences, peut être que la procédure de test devrait être modifiée. Afin d'éclaircir la relation entre performance et préférence une étude a été mise sur pied. Vingt-neuf étudiants ayant déjà navigué sur le Web ont participé à cette étude : 16 femmes et 13 hommes, âgés entre 18 et 25 ans ($M = 22$ ans ; $E.T. = 1,4$). Les participants devaient réaliser deux tâches d'achat sur quatre sites Web (2 sites de vente de billets de théâtre et 2 sites de vente de billet de transport), ces tâches devant être réalisées deux fois de manière consécutive. Les sites sélectionnés devaient satisfaire aux exigences suivantes : être francophones, se rapporter à des tâches courantes, proposer des fonctionnalités et des services comparables. Ces sites devaient cependant se différencier par leur présentation graphique et leur structure. Le parcours d'achat devait être différent en termes de nombre d'étapes (nombre de clics, nombre de pages vues, etc.), de temps, pour réaliser les tâches proposées. Globalement, les résultats montrent que quel que soit l'indice de performance utilisé (temps de réalisation, nombre d'actions par tâche, nombre de pages vues), les performances augmentent (et ce de manière statistique) de la première à la deuxième réalisation des tâches. L'analyse des résultats a aussi montré que les préférences pour les sites seraient inversement corrélées au gain de performance. Cette étude a donné lieu à un mémoire de maîtrise [46]. Ces travaux se poursuivront cette année en utilisant des méthodologies différentes et en essayant d'identifier l'effet de cet apprentissage sur les parcours visuels des pages Web.

6.2.6. Etude des tâches dans le contexte de la charge mentale

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

Dans le cadre d'une collaboration avec la SNCF et la RATP (projet PREDIT), une étude est en cours avec l'objectif d'identifier, dans une première phase au travers de la littérature scientifique, les facteurs de charge informationnelle, c'est-à-dire de sur-sollicitation ou de sous-sollicitation perceptive et cognitive, lesquels influent non seulement sur le confort des opérateurs et la qualité de service, mais aussi sur la sécurité des circulations. L'examen de la littérature, en cours de rédaction, a été divisé en 3 parties :

Dans une première partie, nous nous sommes intéressés aux définitions et typologies de la charge mentale. Cette notion n'est pas récente (en 1701 paraît un essai sur les maladies des artisans par Ramazzini, professeur de médecine à l'université de Modène), mais son opérationnalisation demeure complexe. En effet, ce n'est que dans la seconde moitié du 20^{ème} siècle, avec les débuts de l'ergonomie moderne, que des études plus approfondies voient le jour. En 1974, Monod et Lillie précisent que le sens donné à cette notion dépend du type de travail considéré et des méthodes utilisées. Ainsi on parle de charge physique, visuelle, thermique, mentale, partielle ou globale... Nous utiliserons la définition suivante : « la charge mentale de travail est d'une façon générale, une mesure (quantitative ou qualitative) du niveau d'activité de l'opérateur lorsqu'il accomplit un travail donné » (Traité d'ergonomie, 1996, pp. 222).

Dans une seconde partie, nous nous sommes intéressés aux théories sous-jacentes ainsi qu'aux concepts voisins tels que la fatigue mentale, le stress, la monotonie, la vigilance, l'erreur humaine. La théorie qui a été la plus utilisée est la théorie de l'information développée par Shannon et Weaver (1949). Théorie mathématique au départ, elle devait servir à quantifier des télécommunications. On considère que l'opérateur humain est un canal de transmission d'informations muni d'une entrée et d'une sortie. Lorsque la quantité d'information présentée à l'entrée est faible, elle est totalement transmise à la sortie. Lorsque la quantité présentée à l'entrée augmente, on constate qu'à partir d'une certaine valeur, l'accroissement à l'entrée n'augmente plus la quantité d'information à la sortie. Au-delà de cette valeur, qui est la quantité d'information limite du canal, le traitement ne peut plus se faire et on observe des omissions et/ou des erreurs. Cette théorie a évolué en fonction des époques : Kahneman (1973) pense qu'il y a une seule capacité indifférenciée (« modal view »), à partir de laquelle, les ressources sont disponibles pour exécuter des tâches de performance. Il y aurait une certaine élasticité dans la capacité et la disponibilité des ressources. Seuls les modèles de ressources simple considèrent que la capacité est fixée. O'Donnell et Eggemeier (1986) ne font pas de différence entre capacité et ressources ; pour eux, les deux termes sont interchangeable. Wickens (1992) en désaccord avec les deux auteurs précédents définit la capacité (capacity) comme étant le maximum ou la limite supérieure des capacités potentielles (capabilities) de traitement, alors que les ressources représentent l'effort mental fourni pour améliorer l'efficacité du traitement. Dans les années 80 il a proposé la « théorie des ressources multiples » à 3 dimensions : l'étape de traitement, la modalité d'entrée et de réponse, le code de traitement qui peut être verbal ou spatial. Pour terminer, De Waard (1996) pense qu'il y a bien une différence entre capacité (comme limite supérieure de la capacité potentielle) et les ressources (comme la somme des facilités de traitement allouées). Pour lui, les ressources sont caractérisées par 2 propriétés générales qui sont que leur déploiement est sous contrôle volontaire et qu'elles sont rares. Nous avons ensuite dressé un panorama des différentes mesures existantes pour l'évaluation de la charge mentale. On peut les classer en trois grandes catégories : les mesures subjectives, les mesures physiologiques et les mesures de performances. La majorité des auteurs préconisent d'utiliser plusieurs mesures afin de mieux appréhender le concept de charge mentale qui est multidimensionnel. Par ailleurs, les techniques utilisées doivent répondre à plusieurs critères qui sont : « La Sensibilité » : la technique doit être capable de détecter les différents niveaux de charge associés à la performance de la tâche ; « La diagnosticité » (« Diagnosticity ») : la mesure est-elle capable de discriminer différents types de charge mentale de travail ; la « Fidélité » (« Reliability ») : concerne le fait que lorsque les mesures de la charge sont répétées, les valeurs obtenues doivent être comparables ; Les « Conditions de mises en place » (« Implementation Requirements ») : qui fait référence aux contraintes techniques, par exemple pour la mesure des mouvements des yeux. Certaines techniques nécessitent de l'entraînement, à la fois pour l'expérimentateur et pour l'opérateur ; « operator Acceptance » : il s'agit de l'opinion qu'a l'opérateur de la technique utilisée, notamment pour les mesures subjectives. Il faut aussi lui expliquer ce qu'on compte faire avec les différentes mesures, afin qu'il puisse apprécier lui-même la recherche et mieux accepter le dispositif.

Enfin, une troisième partie, dédiée à l'examen de la littérature ergonomique visant à identifier les cas avérés de charge mentale et ses déterminants est en cours.

6.2.7. Modélisation des tâches et outils

Participants : V. Lucquiaud, D. L. Scapin.

Dans le cadre d'une collaboration avec la SNCF et la RATP (projet PREDIT), une autre étude est en cours, en parallèle avec la précédente. Cette étude concerne l'utilisation de la méthode MAD* (Méthode Analytique de Description) pour l'évaluation prédictive de la charge de travail. Plus généralement, un premier travail de classification a été conduit sur les techniques de spécification ainsi que sur les outils les implémentant. De plus, un outil implémentant le modèle MAD* est en cours de développement afin d'évaluer et de mettre en pratique les résultats obtenus.

En premier lieu, un état de l'art classifiant les techniques de spécification est en cours. Il recense les techniques de spécification issues aussi bien des sciences cognitives que des mathématiques. Cette classification fait intervenir trois points essentiels pour notre étude sur ces techniques de spécification : leur contenu, leur sémantique et leur validation.

- Pour leur contenu, c'est-à-dire les attributs et opérateurs d'ordonnement, un inventaire est réalisé. Une analyse sur ces attributs est établie de façon à comprendre et justifier pour chacun d'eux leur usage (à quoi sert-il), leur utilisation (comment doit-il être utilisé) et leur intérêt (qu'apporte-t-il à la description). De plus, les différents concepts traités (tâche, objet, utilisateur...) de ces techniques de spécification sont ainsi caractérisés.
- Pour leur sémantique, on s'intéresse aussi bien au type des attributs, c'est-à-dire à leur représentation qu'aux liens qui existent entre ces attributs. Nous examinons aussi les règles présentes à l'intérieur d'une technique de spécification. L'inventaire est complété en apportant les précisions évoquées ci-dessus.
- Pour la validation on s'intéresse aux vérifications qu'il est possible d'effectuer au sein des modèles. Ces vérifications sont de plusieurs ordres ; vérification syntaxique de la cohérence du modèle et vérification sémantique du modèle. Pour les compétences il s'agit de répertorier et classer ce qu'il est possible de faire à partir de l'ensemble de ces données. Il s'agit par exemple des évaluations ou de la génération de code.

En second lieu, l'intérêt d'une technique de spécification étant de pouvoir être utilisée dans le processus de développement, nous orientons notre travail vers les outils les implémentant. A cet effet, un travail est mené afin d'évaluer les outils du point de vue de leurs utilisateurs en faisant le point sur les capacités qu'un utilisateur est en droit d'en attendre. Il en ressort des exigences qui sont structurées en trois catégories : l'aide à la description, l'utilisation de la description et les services communs sur les données du modèle. La première a trait aux informations que l'utilisateur fournit pour décrire l'activité qu'il souhaite représenter, la suivante regroupe les compétences liées à la manipulation et à l'évaluation des données ; enfin la dernière a trait aux formats des fichiers des données, à leurs comparaisons et à la gestion de versions. Chacune de ces catégories est illustrée par des exemples d'outils actuellement disponibles. Ceci a fait l'objet d'un article [34].

En troisième lieu, en tenant compte des exigences de ces différents modèles et outils, une activité de développement d'une nouvelle version de MAD* est en cours. Concernant l'outil, la modélisation des données est écrite en langage EXPRESS. Cet outil est actuellement développé en langage JAVA afin d'être exécuté sur différentes plate-formes ; l'interfaçage entre EXPRESS et JAVA est réalisé. Actuellement, un travail de réflexion a lieu sur les modules à mettre en place pour supporter les exigences définies plus haut. Cet outil sera testé dans le domaine des transports ferroviaires.

6.2.8. *Stratégies contextuelles d'aide en ligne*

Participants : A. Capobianco, N. Carbonell.

L'objectif de cette recherche qui a bénéficié jusqu'au 30 septembre 2001 du soutien de la DGA (allocation de recherche DGA/CNRS), est la définition, la mise en œuvre et l'évaluation ergonomique de stratégies efficaces d'aide en ligne contextuelle à l'utilisation de logiciels grand public. La thèse de A. Capobianco, soutenue le 31 octobre 2002, porte sur ce thème. La première étape a été d'étudier comment des experts humains mettent à profit le contexte de l'interaction pour faciliter à des utilisateurs novices la découverte d'un logiciel grand public et pour les aider à acquérir la maîtrise de son utilisation. L'analyse de dialogues tuteur-novice dans deux

situations de communication (liaison téléphonique vs. environnement partagé) a permis de mettre en évidence la nature et le rôle des informations contextuelles impliquées dans les stratégies d'aide de tuteurs humains. Ces résultats ont conduit également à l'élaboration de recommandations de conception dans le cadre du paradigme 'Universal Design' [26]. L'évaluation ergonomique des stratégies d'utilisation du contexte développées par les experts a pris la forme d'une expérimentation réalisée en juin 2001. Dix huit utilisateurs novices ont utilisé successivement deux formes d'aide en ligne, l'une contextuelle, l'autre non, pour réaliser des tâches prédéfinies de mise en page et d'édition en utilisant un logiciel courant de traitement de textes. La simulation des deux systèmes d'aide interactive s'appuie sur la technique du magicien d'Oz, mais fait intervenir une plateforme logicielle développée avec le concours de stagiaires. Cette plateforme destinée à faciliter/alléger la tâche des « compères » est une implémentation partielle des fonctions des systèmes d'aide testés. L'analyse des données expérimentales recueillies et leur étude comparative ont permis de déterminer la contribution exacte à l'efficacité des systèmes d'aide en ligne, d'une mise en œuvre des informations contextuelles disponibles qui s'inspire des stratégies d'utilisation du contexte employées par des experts humains. Les résultats de cette étude expérimentale, qui constituent la seconde partie de la thèse de Antonio Capobianco [17], sont en cours de publication (une communication à une conférence francophone [22] et un article soumis à une revue internationale). La diffusion des résultats de l'ensemble des travaux a commencé (trois exposés invités [24], [23], [28] et un tutoriel invité [25]).

6.3. Ergonomie du multimédia et du multimodal

6.3.1. Dispositifs d'interaction multimodaux pour la conception

Participants : C. Tison, D. L. Scapin, N. Carbonell.

Dans le cadre du projet Eureka-COMEDIA qui portait initialement sur l'aide à la conception de modèles dans l'industrie du prêt-à-porter, et dont le problème de départ concernait l'amélioration de l'interaction utilisateur avec des Objets 3D au sein d'un environnement informatisé de conception, une revue de questions [49] a traité des environnements virtuels, et des diverses techniques et modalités d'entrée-sortie dans le domaine de la 3D. La plupart des exemples d'environnements 3D semblent jusqu'à présent essentiellement concerner des environnements d'apprentissage fidèles autant que possible à la réalité du terrain de mise en œuvre de ces enseignements (ex. le projet SOFI de la SNCF, la simulation de conduite, la proposition de D. Mellet-Huart pour l'apprentissage virtuel de la soudure présenté lors de la conférence VRIC2001), ou encore des environnements ne permettant au mieux que la « navigation » de l'utilisateur à des fins d'exploration d'environnements ludiques ou culturels (ex. visite de musée virtuel, environnements interactif 3D tel que le plug-in « Atmosphère » proposé par Adobe, la course à la voile transmise en direct par Duran-Dubois, ou encore le survol de terrain de skylinesoft.com, tous destinés à une classique plateforme écran-clavier-souris). Un recensement des divers dispositifs d'affichage existants a permis de situer les contraintes inhérentes à l'usage des technologies associées, d'en définir des sous-ensembles de situations de conception au sein desquelles ils peuvent être mis en œuvre, et d'identifier les contraintes propres à l'usage de chacun des dispositifs en situation de conception. Malgré le manque de maturité des techniques de suivi du regard, l'examen de la littérature disponible fait apparaître une exploitation possible de cette technique comme l'un des dispositifs de choix pour, entre autres, une forme de pointage déictique passif participant à une sélection de l'objet devant subir l'opération envisagée (du fait que l'on regarde généralement ce que l'on fait ou ce que l'on va demander que soit réalisé), de façon synergique avec d'éventuels autres indices provenant d'autres modalités d'entrée. La modalité d'entrée la plus évidente dans ce contexte est l'usage de la parole dont le domaine de mise en œuvre semble toutefois devoir être restreint pour en améliorer l'efficacité. La troisième modalité d'entrée que constitue la gestuelle manuelle, semblerait pouvoir apporter d'autres fonctionnalités complémentaires qui devraient elles aussi encore se voir restreintes en un sous-ensemble de termes à reconnaître qui concerneront, en rapport avec le contexte de conception, le geste déictique ou mimétique. On peut ainsi, à l'instar des actes de langage (cf. Austin, Searle), préciser une forme composite particulière « d'actes d'expression » multimodaux de l'utilisateur qui cherche à obtenir une action sur le monde de la part d'un tiers, (habituellement, une tierce personne, mais en l'occurrence, le système informatique), mettant essentiellement en œuvre une verbalisation

complétée par un gestuelle scapulaire et en particulier manuelle déictique (ex. « à mettre ici ! » en pointant de l'index), ou mimétique (ex. « de cette longueur » en montrant un écart entre le pouce et l'index), ainsi qu'une autre modalité rarement considérée comme gestuelle, que matérialise la direction du regard qui, dit-on habituellement du point de vue de la communication interpersonnelle, en dit généralement long sur les intentions utilisateur. Le recensement résultant des modalités d'entrées concerne alors la reconnaissance vocale ainsi qu'une gestuelle corporelle plus étendue que celle ne concernant que les seuls mouvements de la main, dont fera partie le suivi de la direction du regard. La modalité principale de sortie reste la présentation visuelle de l'objet 3D graphique de la simulation, et se décline en spécifications dépendantes de critères tels que dimensions de l'objet de la tâche à représenter, relation spatiale entre l'opérateur et l'Objet 3D, elle-même dépendante de la métaphore retenue concernant l'ensemble des actions utilisateur au sein de l'environnement de présentation de l'objet 3D, tenant compte de l'absence d'interaction tactilo-kinesthésique. Deux catégories de modalités exploitables en entrées se démarquent l'une de l'autre, celles qui servent propres à une application particulière (ex. vocabulaire verbal « métier ») et celles qui semblent a priori généralisables à d'autres applications prenant place en Environnements de Conception Graphique impliquant des objets 3D (pointage, sélection).

Un classement des actions utilisateur possibles en termes non plus de catégories générales de tâches (« Naviguer », « Manipuler »...) versus Dispositifs d'Entrée-Sortie (HMD, DataGlove, 3D Mouse..), mais plutôt en terme de catégories de « Modalités » disponibles à l'Utilisateur (ou de diverses combinaisons de celles-ci), en particulier en entrée, permet de redéfinir les catégories générales d'actions utilisateur selon une approche qui semble davantage « User Centered » et généralisable à diverses activités de conception graphiques 3D. Cette relation Modalité-Dispositif-Action utilisateur permet la construction d'une grammaire (en cours d'écriture) qui sera expérimentée puis évaluée.

6.3.2. Etude des sites web de vente en ligne dans l'industrie du vêtement

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

Une étude [48] a recensé les différents sites web en rapport avec la spécification/conception et la vente en ligne de vêtements. Il s'inscrit dans le projet européen EUREKA-COMEDIA. Il s'agissait de s'intéresser à des systèmes de paramétrage et de vente en ligne de vêtements pour des utilisateurs non professionnels et en particulier d'identifier les sites qui proposent des solutions de conception de mannequins virtuels et d'images en 2D et 3D dans le secteur de l'habillement ; de les caractériser ; de les classer ; et d'identifier les problèmes ergonomiques les plus importants. Sur plus de 30 sites initialement accédés, seuls 13 sites ont été retenus car ils présentaient à des degrés divers un intérêt pour notre étude : il s'agit de 12 sites commerciaux et d'un site de recherche et de développement. Sur les 13 sites, 6 d'entre eux permettent le paramétrage d'un mannequin, les autres sont limités à des fonctions de base comme le choix des tailles ou l'affichage d'articles mais sans générer un support visuel d'essayage. Le niveau d'interaction des sites étudiés est variable : il est faible dans les sites sans mannequins, plus important dans les sites avec mannequins. Aucun site ne permet d'effectuer des opérations sur les modèles autres qu'une rotation à 2 ou 4 positions (suivant les sites).

Les principaux problèmes identifiés concernent : l'impossibilité ou difficulté à ouvrir certaines pages ; latence à l'ouverture de certaines pages à l'issue du paramétrage ; difficulté de lecture de certains symboles visuels ; non prise en compte de l'expérience utilisateur ; qualité d'affichage et de lisibilité des symboles variable dans la plupart des sites ; problèmes de guidage : il n'y a pas de plans de sites ; certains liens ne fonctionnent pas ; dans les sites sans mannequins paramétrables, la navigation est assez complexe et le processus de sélection des articles peu intuitif ; problèmes de feedback fréquents ; non prise en compte du facteur culturel et international.

Si le paramétrage et la commande d'articles en ligne peuvent représenter une réponse aux problèmes de vente de l'industrie de l'habillement par une simplicité apparente, mais non démontrée, on doit également considérer la qualité des articles comme un déterminant important à la réussite de ces systèmes dont les fonctionnalités sont limitées en comparaison à un acte d'achat en magasin où l'on peut voir, toucher et essayer les vêtements.

Il semble que l'on puisse dans l'avenir imaginer d'autres systèmes d'interaction, dont la manipulation de vêtements virtuels avec d'autres dispositifs que ceux utilisés aujourd'hui par le grand public. On peut faire l'hypothèse que la satisfaction de l'utilisateur passe à la fois par une délégation auprès de celui-ci, des possibilités de créativité dans la conception et la personnalisation fine des vêtements dans un plus grand nombre de styles que ceux proposés actuellement et aussi par une simplification des procédures de paramétrage des mannequins. On peut pour l'instant en conclure que la majorité des systèmes ne sont pas optimaux du point de vue de l'ergonomie, car ils ne tiennent pas assez compte de déterminants essentiels comme l'utilité (notamment si on la compare à la vente traditionnelle en magasin ou à la vente par correspondance) et l'utilisabilité.

6.3.3. Facilité d'apprentissage d'une nouvelle interface pour le contrôle aérien

Participants : J.M.C. Bastien, H. David.

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, fondamentalement différente des interfaces actuelles, constitue une révision radicale du processus de contrôle du trafic aérien en route. Les travaux réalisés cette année ont permis d'approfondir les résultats obtenus l'année précédente. En effet, le système de contrôle a été légèrement modifié afin d'obtenir de plus amples informations sur les conflits non résolus, les sorties non prévues, et le passage d'un avion à un autre lors des résolutions de conflits. Des tests utilisateurs ont été menés auprès d'une population non-spécialiste du contrôle aérien. L'objectif était ici d'évaluer la facilité d'apprentissage de cette nouvelle interface, de mesurer la pourcentage de conflits non résolus et les erreurs résiduelles dans les sorties de secteur, de mesurer le temps consacré à la résolution des conflits, et finalement d'identifier les stratégies de résolution de conflits. Vingt-six étudiant(e)s du DESS d'Ergonomie ont pris part à cette étude. Après une présentation générale de l'activité de contrôle aérien, les participants ont pris part à une session d'entraînement comportant 20 exemples de conflits aériens à résoudre. Cette phase d'entraînement a été suivie d'une phase de test au cours de laquelle les participants ont été confrontés à une situation expérimentale correspondant à une heure de contrôle avec un taux d'entrée d'avions dans le secteur de plus de 250 par heure. Cette phase de test a été réalisée deux fois. Les résultats indiquent que les phases de tests ont duré en moyenne 13,89 min, aucune différence statistique n'ayant été observée entre les deux séries de test ni entre les participants. Le temps moyen de résolution des conflits est de 22,8 sec. Sur ce point on note un effet d'apprentissage entre la première et la deuxième phase les temps passant de 24,3 à 21,2 sec. Seuls 2 conflits non pas été résolus sur les 1720 conflits présentés. Par ailleurs, 5 avions sont sortis à des niveaux non prévus. La stratégie la plus fréquemment utilisée a été de tenter de résoudre les conflits par un changement de niveau, suivi par le changement de cap. La stratégie consistant à modifier la vitesse n'a pratiquement jamais été utilisée. Cette étude a été présentée au 21st Digital Avionics Systems Conference, Air Traffic Management for Commercial and Military Systems [31] et a été jugée le 'Best in Track'.

6.3.4. Intégration de la parole (entrées/sorties) dans les interfaces graphiques

Participants : N. Carbonell, D. Gepner, S. Kieffer, B. Renaudin-Humbert.

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 notamment spatiales. D'autre part, le recours à la multimodalité parol + 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. Après avoir abordé les problèmes posés par la conception de langages multimodaux parole + geste qui soient à la fois faciles à utiliser et à implanter, défini et validé expérimentalement une approche permettant la conception de tels langages [19], nous nous intéressons maintenant à l'intégration de la parole au graphique en sortie, et à

l'enrichissement des moyens d'interactions en entrée grâce à la substitution du regard au geste de désignation, qui permet de libérer la main de l'utilisateur pour d'autres activités (dessin, écriture, etc.).

Les possibilités qu'offre, en sortie, la parole associée au graphique ont été peu étudiées systématiquement, donc exploitées, jusqu'à présent. Nous avons entrepris l'étude de l'apport de messages oraux au repérage d'objets graphiques (icônes notamment) dans des affichages complexes 2D ou 3D en réalisant une première étude expérimentale qui s'appuie sur une taxonomie des présentations visuelles qui enrichit celle proposée par N. O. Bernsen [29]. Cette étude constitue la première étape de la recherche menée par Suzanne Kieffer dans le cadre de la préparation de son Doctorat.

Cette année nous avons entrepris l'étude des possibilités offertes par le regard, en tant qu'expression naturelle des intentions de l'utilisateur, pour désigner les objets affichés, cibles des actions envisagées par l'utilisateur et exprimées sous forme de commandes orales. Cette étude se fonde sur l'hypothèse que la commande multimodale, parole + regard, constitue une alternative intéressante à la multimodalité parole + geste pour interagir avec de grands écrans (e.g., Reality Centers) ou des écrans multiples, dans le contexte d'activités complexes qui requièrent l'expression gestuelle pour d'autres tâches que la désignation. Il s'agit, par exemple, du dessin et de l'écriture dans le contexte d'activités de CAO. B. Renaudin, dans le cadre de son stage de DEA (Informatique), a effectué une revue de questions sur le domaine et participé à la définition d'un protocole expérimental destiné à mettre en évidence les possibilités offertes par l'analyse des mouvements oculaires non contraints pour identifier avec précision l'objet sur lequel porte l'énoncé d'une commande orale sans faire appel au geste de désignation [rapport de DEA de B. Renaudin]. Le problème majeur est de déterminer dans quelle mesure il est possible, à l'aide du contexte d'interaction, de distinguer automatiquement de manière fiable les fixations oculaires en relation avec les intentions de l'utilisateur de celles qui relèvent des processus de perception visuelle. En parallèle, D. Gepner a développé les outils logiciels nécessaires à cette expérimentation : automatisation du calibrage de l'eye-tracker et du head-tracker, enregistrement et rejeu des interactions multimodales des sujets (énoncés et résultats de leur reconnaissance automatique, fixations oculaires, évolution des affichages) ; ce logiciel, entre autres, permet le rejeu pas à pas et les retour-arrière. D. Gepner a également conçu et développé les scènes 3D statiques et dynamiques avec lesquelles les sujets interagiront.

6.3.5. Accès universel à la Société de l'Information

Participants : A. Capobianco, N. Carbonell, S. Kieffer.

L'objectif principal du réseau IS4ALL du Programme IST est de recenser et de diffuser les méthodes et techniques actuellement disponibles pour mettre en œuvre, dans le secteur de la Santé, les paradigmes de conception et d'accès universels. L'application choisie concerne l'accessibilité du dossier médical électronique des patients (DMEP).

Les efforts cette année ont porté principalement sur la diffusion et la sensibilisation des communautés concernées sous la forme d'un exposé invité à WWDU 2002 [30] et de l'organisation d'un séminaire et d'un Workshop (Noëlle Carbonell, Paris, 23 octobre 2002) auxquels ont participé, en parts égales, des éditeurs de logiciels du secteur Santé et des chercheurs.

D'autre part l'enquête destinée à identifier les pratiques actuelles et les projets des éditeurs de logiciels européens concernant la conception et l'utilisation des DMEPs a progressé dans deux directions. La version définitive du questionnaire a été validée par les associations d'utilisateurs partenaires (MSHUGe et ETHEL) et sa diffusion a commencé. En outre, des membres de ces deux associations ont effectué, au cours de plusieurs manifestations internationales, des entretiens avec des représentants d'éditeurs de logiciels ; ces entretiens ont été réalisés à partir d'un schéma que nous avons élaboré et qui reprenait les thèmes principaux du questionnaire. Les résultats de ces entretiens ont été présentés lors du séminaire IS4ALL d'octobre dernier.

6.3.6. InterLiving : La conception d'interfaces interactives pour des familles distribuées

Participant : W. E. Mackay.

Le projet Européen InterLiving (Disappearing Computer Initiative, Future and Emerging Technologies, programme FET), est mené en collaboration avec le LRI à l'Université Paris-Sud, le KTH à Stockholm et

l'Université de Maryland aux Etats Unis. Son objectif est d'étudier les besoins de familles distribuées et de prototyper des interfaces, selon l'approche de la réalité augmentée, pour améliorer leur communication. Dans cette deuxième année du projet, les activités ont concerné :

L'organisation de deux ateliers avec des familles françaises et suédoises (dont un avec les familles des deux pays réunies), où nous avons testé deux technologies de communication, MirrorProbe et VideoProbe, dans plusieurs des familles. Ces systèmes sont des « Technology Probes », c'est-à-dire qu'ils sont destinés autant à répondre à un besoin des familles qu'un moyen pour nous de recueillir des informations sur leurs modes de communication afin d'influencer la conception de nouvelles technologies. Nous avons également commencé la conception de deux nouvelles technologies : MirrorSpace, pour la communication à distance et FamilyNet, une infrastructure pour la mise en œuvre de réseaux familiaux, c'est-à-dire des réseaux de petite taille (une dizaine de membres), sûrs, privés et non-transitifs. Cette dernière propriété est une caractéristique intéressante de ces réseaux. En effet, chaque cellule familiale, voire chaque individu, définit son réseau familial, et ces différents réseaux se recouvrent sans pour autant que la propriété de transitivité ne soit vraie : si A est dans le réseau de B et B dans le réseau de C, alors A n'est pas nécessairement dans le réseau de C. Cela distingue ces réseaux des réseaux globaux tels que les forums, listes de diffusion, etc. Enfin, ces réseaux évoluent au cours du temps, aussi est-il indispensable d'offrir aux utilisateurs une interface simple de (re-)configuration. Pour cela nous étudions une interface tangible permettant de facilement créer un réseau et y ajouter des membres.

L'organisation de ou la participation à cinq workshops associés à InterLiving : à Londres et à Stockholm ; nous avons organisé deux ateliers de deux-jours, où nous avons créé ensemble, avec les membres des autres projets du Disappearing Computer Initiative, deux prototypes vidéo qui ont influencé le développement des prochains prototypes du projet. Nous avons également organisé un workshop sur les technologies domestiques à la conférence ACM CHI2002, [36], un workshop sur l'interaction avec les interfaces « évanescentes » (disappearing interfaces) à la conférence DIS2002 et un workshop sur FamilyNet à la conférence ACM UIST2002 [35]. Le projet a été évalué en Septembre et il a reçu une réponse très positive. Du point de vue distribution des résultats, nous avons créé l'Interactive Thread, une série d'exercices interactifs, expérimentés pour la première fois avec les participants de la conférence ACM DIS2002, pour montrer les techniques de la conception participative. Nous avons imprimé un paquet de cartes distribué aux participants, chaque carte décrivant une technique, et à chaque fin de session de la conférence, une session de 15 minutes était consacrée à la mise en œuvre d'une technique. Nous avons ainsi collecté des données sur l'interaction et la communication entre les membres de la famille, choisi comme thème des différents exercices (la suite de ce projet est menée dans le cadre du projet « In Situ » nouvellement créé à l'INRIA « Futurs »).

Sur le thème de la conception participative utilisant la vidéo, outil puissant pouvant être utilisé dans toutes les phases du processus de conception et d'évaluation d'un système interactif, nous avons créé un DVD [44] avec l'aide du groupe de production multimedia de l'INRIA (Bernard Hidoine) afin d'illustrer ces techniques. Des séquences vidéo (83 minutes en tout) réalisées en studio et en extérieurs montrent comment mettre en œuvre des techniques d'observation des utilisateurs, de brainstorming, de prototypage et d'évaluation. Le contenu vidéo est accompagné d'un ensemble de documents PDF. Ce DVD est disponible auprès de l'ACM, et il a été distribué aux 2500 participants de la conférence ACM CHI 2002. Il est également envisagé de le distribuer aux lecteurs du magazine ACM Interactions.

6.3.7. A-book : le Cahier Augmenté

Participant : W. E. Mackay.

Suite aux travaux menés en 2001 avec Guillaume Pothier (stagiaire de l'Ecole de Mines/ Université de Nantes) et Catherine Letondal (Institut Pasteur), sur le développement d'un projet de conception participative avec les biologistes et les archivistes de l'Institut Pasteur, nous avons breveté l'Abook [45], un prototype qui permet aux utilisateurs d'augmenter leurs cahiers de laboratoire avec une « lentille magique ». Le cahier de laboratoire est installé sur une tablette graphique qui permet de capturer ce qui est écrit sur le papier. La lentille magique est implémentée par un PDA (iPAQ) dont la position est représentée sur la tablette. Le PDA affiche le contenu de la partie de la page qui est sous lui, agissant ainsi comme une lentille. On peut ainsi interagir avec les données manuscrites par l'intermédiaire de l'écran tactile du PDA, comme par exemple créer et activer des

liens vers des pages Web ou des données en ligne, ajouter des annotations et créer des liens avec des objets physiques ou des spécimens. La prochaine étape du projet est de développer quelques exemplaires du prototype et de les tester auprès d'utilisateurs réels à l'Institut Pasteur (ceci est mené dans le cadre du projet « In Situ » nouvellement créé à l'INRIA « Futurs »).

8. Actions régionales, nationales et internationales

8.1. Actions nationales

- Participation au programme PREDIT (Ministère des Transports) en collaboration avec la SNCF et la RATP sur le thème de l'évaluation prédictive de la charge de travail.
- Implication dans le Pôle « Intelligence logicielle » du contrat de plan Etat-Région (Lorraine) :
- Action « Assistance à l'apprentissage des langues, Projet 'Téléopérations et assistants intelligents » (Noëlle Carbonell, Antonio Capobianco, participants) ;
- Action « Téléconception/fabrication » pour le commerce électronique, Projet « Téléopérations et assistants intelligents » (Noëlle Carbonell, co-responsable, Daniel Gepner, participant).
- Opération « Interaction multimodale avec des environnements de réalité virtuelle », Projet « Calculs, réseaux et graphismes à hautes performances en Lorraine » (Noëlle Carbonell, responsable, Daniel Gepner, participant).
- Réseau thématique « Système d'aides opératoires », ACI Cognitive (A. Capobianco, N. Carbonell, participants et exposés).
- Réseau thématique pluridisciplinaire « Acceptabilité, Ergonomie et Usages », J.M.C. Bastien, exposé).
- Participation à l'élaboration de l'appel à proposition du RNTL : W. Mackay.
- Participation à l'élaboration d'actions RNTL/RIAM : W. Mackay
- Participation à un groupe de travail sur le nomadisme, organisé par le RNRT : W. Mackay.

8.2. Actions financées par la commission européenne

- 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.
- InterLiving (« Designing Interactive, Intergenerational Interfaces for Living Together ») ; projet IST ; KTH Suède, LRI et INRIA.
- Réseau thématique IS4All (Programme IST) avec FORTH, Microsoft Healthcare Users Group Europe, European Health Telematics Association, CNR-IROE, GMD, FhG-IAO : collection et dissémination de méthodes et techniques permettant la mise en œuvre, dans le domaine de la santé, des concepts de « Conception d'interfaces utilisateurs universelles » (*Universal Design*) et « Accès universel à la société de l'information » (*Universal Access*).
- UsabilityNet (« Usability Support Network ») ; programme IST, Accompanying Measure ; 12 pays européens impliqués.
- CONVIVIO, réseau d'excellence du 5ème PCRD : W. Mackay, co-directrice.
- EUD-Net, réseau d'excellence du 5ème PCRD : W. Mackay, membre.

8.3. Réseaux et groupes de travail internationaux

- AFNOR X3SE (Ergonomie les Logiciels Interactifs) ; Animateur : D.L. Scapin
- 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
- Conception (en collaboration avec l'AFNOR) d'un questionnaire sur le contenu, l'audience et le rôle des normes en ergonomie de l'informatique ; puis analyses des réponses obtenues : N. Grondin [42].
- Membre du WWDU Group (Work with Display Units Conferences) : D. L. Scapin
- Working Group ERCIM « User Interfaces for All » ; Member of the Steering Committee : N. Carbonell.

8.4. Relations bilatérales internationales

8.4.1. Amérique du Sud et Amérique Centrale

- Collaboration avec le Département de Génie de Production et Systèmes, Université Fédérale de Santa Catarina, Brésil (W. Cybis), sur le thème organisation des connaissances ergonomiques pour la conception et l'évaluation d'interfaces et modélisation des tâches : D. L. Scapin.

9. Diffusion des résultats

9.1. Animation de la communauté scientifique

9.1.1. Organisation de manifestations scientifiques

- IS4ALL Seminar and Workshop, Paris, 23 octobre 2002 (N. Carbonell, organisation).
- 7th ERCIM UI4ALL Workshop, Paris 24-25 octobre 2002 (une centaine de participants), N. Carbonell, présidente du Comité de programme, A. Capobianco, D. L. Scapin, C. Demars, membres de comité d'organisation).
- Membre du Comité d'Organisation des Assises Nationales du GDR13 (Information, Interaction, Intelligence), Nancy, 4-6 décembre 2002, N. Carbonell.
- ACM Conférence on Designing Interactive Systems (DIS 2002), Londres, UK : W. Mackay, organisateur de la session « Interactive Thread ».
- 15th ACM Symposium on User Interface Software and Technology (UIST 2002), Paris : W. Mackay, trésorière.
- UIST (Organisation et Comité de programme : W.E. Mackay ; participation : C. Tison, D.L. Scapin.

9.1.2. Comité éditorial de journaux

- ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI) : W. Mackay.
- ACM Interactions magazine : W. Mackay.
- Behaviour and Information Technology. Member of the Editing Committee : D. L. Scapin.
- Interacting with Computers, Reviews : 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.
- International Journal of Human-Computer Studies. Reviews : D.L. Scapin.
- International Journal of Universal Access in the Information Society. Editorial Board Members : N. Carbonell, D. L. Scapin
- Le Travail Humain : Membre du Comité de Rédaction : J.-C. Sperandio ; Membre du Comité de Consultants : N. Carbonell.

- Revue d'Interaction Homme-Machine. Membres du Comité de Rédaction : J. M. C. Bastien ; D. L. Scapin ; W. Mackay.
- Revue Information, interaction, intelligence (13). Membre du Comité de Rédaction : N. Carbonell.
- In Cognito. Lecteur : D.L. Scapin.

9.1.3. Comité de programme de conférences

- ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI 2002), Minneapolis, USA : Reviews, W. E. Mackay, D. L. Scapin.
- ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work (CSCW 2002), New Orleans, USA : W. Mackay, membre du comité de programme et Associate Chair, et examinateur du Doctoral Consortium.
- ACM Conference on Designing Interactive Systems (DIS 2002), Londres, UK : W. Mackay, Program Chair.
- 7th ERCIM UI4ALL Workshop, Chantilly, October 24-25 2002. Programme Committee Chair : Noëlle Carbonell ; program Committee Member : D.L. Scapin.
- 15th ACM Symposium on User Interface Software and Technology (UIST 2002), Paris : W. Mackay, membre du comité de programme.
- WWDU (Work With Display Units), 21 to 24/05 2002 Bertchesgaden : Program Committee, D.L. Scapin.
- CADUI (Computer-Aided design of User Interfaces) 15/05 to 17/05 : Valenciennes : Program Committee Member : D.L. Scapin.
- Nordic Conference on Computer-Human Interaction (Nordichi 2002), Aarhus, Danemark : W. Mackay, membre du comité de programme et Faculty Advisor pour le Doctoral Consortium.
- International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR 2002), Darmstadt, Allemagne : W. Mackay, reviewer.
- Ubiquitous Computing International Conference (UbiComp 2002), Gothenburg, Suède : W. Mackay, reviewer.
- IHM'2002 : 14ème Conférence Francophone sur l'Interaction Homme-Machine, Poitiers, du 26 au 29 novembre 2002. Co-président du comité de programme : D. L. Scapin ; Co-responsable des articles longs : J.M.C. Bastien.
- CIDE : Colloque francophone sur le Document Electronique, Hammamet, Tunisie, 20-23 octobre 2002 : membre du comité de programme : J.M.C. Bastien.
- ErgoIA 02, Biarritz, 8-10 Octobre 2002 : membres du comité de pilotage D.L. Scapin, N. Carbonell.

9.1.4. Sociétés savantes

- ACM, Association of Computing Machinery ; Special Interest Group on Computer-Human Interaction (SIGCHI). W. Mackay, Publications Board Chair, Quality Task Force Branding taskforce. Members : J. M. C. Bastien, N. Carbonell, D. L. Scapin.
- AFIA (Association Française d'Intelligence Artificielle). Membre : N. Carbonell.
- AFIHM (Association Francophone d'Interaction Homme-Machine). Membres : D. L. Scapin (membre du C.A., membre de la Commission de Pilotage des Manifestations Scientifiques) ; J. M. C. Bastien (membre du C.A.) ; N. Carbonell , R. Taillefer.
- APS (American Psychological Society) : J.M.C. Bastien.
- ARCo (Association pour la Recherche Cognitive). Membre : N. Carbonell.
- HFES (Human Factors and Ergonomics Society). Members : J. M. C. Bastien et D. L. Scapin.
- HFES-CSTG (Computers Systems Interest Group). Members : 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). Member : J. M. C. Bastien
- SELF (Société d'Ergonomie de Langue Française). Membres : J. M. C. Bastien ; D. L. Scapin ; J.-C. Sperandio ; R. Taillefer.
- SFP (Société Française de Psychologie). Membre : J.M.C. Bastien.

9.1.5. *Jurys de thèses et HdR*

- Catherine Demarey : « Proposition d'une structure conceptuelle pour la conception de métaphores sonores en IHM basée sur une sémantique pragmatique de l'usage des sons », Université de Lille 3, 14 mai 2002 : D.L. Scapin rapporteur.
- David Navarre : « Contribution à l'ingénierie en Interaction Homme-Machine : Une technique de description formelle et un environnement pour une modélisation et une exploitation synergique des tâches et du système ». Doctorat de l'Université Toulouse 1, spécialité informatique, 2 juillet 2002. D.L. Scapin : Rapporteur.
- Mounir Mokhtari : Interaction Homme-machine : Application aux aides technologiques pour la réduction d handicap moteur. Habilitation à diriger des recherches, Université Pierre et Marie Curie, Paris 6, 25 novembre 2002 : Noëlle Carbonell : Rapporteur.
- Nathalie Vereker : « <An investigation into the experiences of older adults and the internet > », National University of Ireland, Cork. Special Extern Examiner : J.M.C. Bastien.

9.2. Enseignement universitaire

- DEA d'Ergonomie, CNAM, J.M.C. Bastien (15h).
- DEA MIASH, Université René Descartes, J.M.C. Bastien (12h).
- DEA d'Informatique, Ecole Doctorale IAEM, N. Carbonell (10h), responsable de filière et membre permanent des jurys de soutenance.
- DESS Ergonomie, Université René Descartes, J.M.C. Bastien (56h. cours et 12h. TD)
- DESS Information Scientifique et Technique, co-habilité par les trois universités de Nancy : N. Carbonell (70h).
- DESS Ingénierie de la santé, Université René Descartes, J.M.C. Bastien (4h.)
- DESS Intelligence Artificiel, Paris VI, Conception et Évaluation des Interfaces Homme-Machine : W.E. Mackay (9h).
- DU Bases Facteurs Humains pour la Conception de Systèmes Homme-Machine en Aéronautique, Université René Descartes, J.M.C. Bastien (3h.)
- Maîtrise Psychologie, Université René Descartes, J.M.C. Bastien , (12h.)
- Ecole des Mines, Nantes : W.E. Mackay (18h)
- DEUG Sciences Humaines en Statistiques, N. Grondin (27 h).
- DEUG Sciences Humaines Option Ergonomie, N. Grondin (28 h).

9.3. Participation à des colloques, séminaires, invitations

- First Workshop on Universal Access and Assistive Technologies (CWUAAT'2002), Cambridge (UK), March 21-23 2002. Participation : A. Capobianco, N. Carbonell.
- Integrating Multiple Perspectives on Participatory Design : InterLiving, Family Technologies Workshop, CHI2002, W. E. Mackay : Minneapolis, USA.
- 6th International Scientific Conference on Working with Display Units 2002 (WWDU'02), Berchtesgaden (A), May 22-25 2002. Participation : N. Carbonell (exposé invité), D.L. Scapin.
- Board Meeting of the IS4ALL Thematic Network, Heraklion (GR), May 17-18, 2002. Participation : N. Carbonell.
- Meeting of the ERCIM UI4ALL Working Group (Preparation of EoIs), Vienna, June 6 2002. Participation : N. Carbonell.

- International CLASS Workshop on Natural, Intelligent and Effective Interaction in Multimodal Dialogue Systems, Copenhagen (DK), June 28-29 2002. Participation : N. Carbonell, S. Kieffer.
- IS4ALL Seminar and Workshop, Paris, October 23 2002. Participation : N. Carbonell.
- 7th ERCIM Workshop on User Interfaces for All (UI4ALL), Paris, October 24-25. Participation : A. Capobianco, N. Carbonell, S. Kieffer, D. L. Scapin.
- Power & Simplicity : CHI Forum Keynote Address, Minneapolis, USA : W. E. Mackay & M. Beaudouin-Lafon, Minneapolis.
- UIST (Organisation et comité de programme : W. E. Mackay ; participation : D.L. Scapin, C. Tison.
- 4th Virtual Reality International Conference, 19-21 juin, Laval, France. Participation : C. Bach, C. Tison.
- Which Interaction Technique Works When ? Floating Palettes, Marking Menus and Toolglasses support different task strategies, AVI2002 talk, Trento, Italy : W.E. Mackay
- Workshop « The Impact of ATM/CNS Evolution on Avionics & Ground Systems Architectures » Toulouse 3-5 Juin 2002. Participation : R. Taillefer.
- Assises nationales du GDR I3 (Information, Interaction, Intelligence), Nancy, 4-6 décembre 2002. Participation : A. Capobianco, N. Carbonell, S. Kieffer (exposé GT Multimodalité).
- Les Cahiers des Laboratoires Augmentés, Séminaire invité, CNES PIN, Paris : W. E. Mackay.
- Les Cahiers des Laboratoires Augmentés, Séminaire invité, Institut Pasteur, Paris : W. E. Mackay.
- Colloque 'Devenir de la relation d'aide', Réseau thématique 'Systèmes d'aides opératoires', ACI Cognitive, Paris, 12-13 décembre 2002. Participation : A. Capobianco, N. Carbonell (exposé invité [27]).
- Conférence Ergonomie et Informatique avancée (ERGO-IA 2002), Biarritz, 8-10 octobre 2002. Participation : N. Carbonell, J. M. C. Bastien, D. L. Scapin (exposés invités).
- 14ème conférence francophone sur l'interaction homme-machine (IHM 2002), Poitiers, 26-29 novembre 2002. Participation : A. Capobianco, J.M.C. Bastien, N. Grondin, V. Lucquiaud, D. L. Scapin.
- Cycle de conférences du pôle universitaire des Portes du Jura a Montbéliard ; « Recherches en ergonomiedes logiciels : méthodes et critères ergonomiques » exposé invité de D. L. Scapin, 10 décembre 2002.
- Iliatech, Rocquencourt, « L'impact des nouvelles technologies de l'information sur l'industrie du textile-habillement. », 3 avril 2002. Participation : C. Bach, C. Tison.
- Journée d'étude du Réseau thématique 'Systèmes d'aides opératoires', ACI Cognitive, Paris, 27 juin 2002. Participation : A. Capobianco (exposé invité), N. Carbonell (exposé invité).
- Journée de lancement de lancement du Réseau thématique pluridisciplinaire 32 'Acceptabilité,ergonomie et usage des TIC', Dpt STIC du CNRS, Paris, 19 novembre 2002. Participation : N. Carbonell (exposé invité).
- Journées sociologie et ergonomie Paris 25 et 26 mars 2002. Participation : R. Taillefer.
- Séminaire Université Aix-En-Provence / Cognisud : exposé invité de D. L. Scapin., 8 mars 2002.
- Techniques vidéo pour la conception participative, Séminaire STIC, CNAM, Paris : W. E. Mackay.

10. Bibliographie

Bibliographie de référence

- [1] R. AMALBERTI, N. CARBONELL, P. FALZON. *User representations of computer systems in human-computer speech interaction.* in « International Journal of Man-Machine Studies », volume 38, 1993, pages 547-566.

- [2] J. M. C. BASTIEN, D. L. SCAPIN. *A validation of ergonomic criteria for the evaluation of human-computer interfaces*. in « International Journal of Human-Computer Interaction », volume 4, 1992, pages 183-196.
- [3] J. M. C. BASTIEN, D. L. SCAPIN. *Evaluating a user interface with ergonomic criteria*. in « International Journal of Human-Computer Interaction », volume 7, 1995, pages 105-121.
- [4] N. CARBONELL. *Acquisition et formalisation de stratégies d'aide à la mise en œuvre de logiciels grand public*. rapport technique, 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*. in « Le Travail Humain », volume 55, 1992, pages 71-96.
- [6] D. L. SCAPIN, J. M. C. BASTIEN. *Ergonomic criteria for evaluating the ergonomic quality of interactive systems*. in « Behaviour and Information Technology », volume 16, 1997, pages 220-231.
- [7] D. L. SCAPIN, C. PIERRET-GOLBREICH. *Towards a method for task description*. in « Proceedings of Working With Display Units », Elsevier, éditeurs L. BERLINGUET, D. BERTHELETTE., pages 371-380, Amsterdam, The Netherlands, 1990.
- [8] D. L. SCAPIN. *Situation et perspectives en ergonomie du logiciel*. éditeurs J.-C. SPERANDIO., in « L'Ergonomie dans la conception des projets informatiques », Octares, Toulouse, France, 1993, pages 7-68.
- [9] 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 », pages 3-22, 10-13 octobre, 1993.
- [10] S. SEBILLOTTE, D. L. SCAPIN. *From users' task knowledge to high level interface specification*. in « International Journal of Human-Computer Interaction », volume 6, 1994, pages 1-15.
- [11] S. SEBILLOTTE. *Décrire des tâches selon les objectifs des opérateurs. De l'interview à la formalisation*. in « Le Travail Humain », volume 54, 1991, pages 193-223.
- [12] J.-C. SPERANDIO. *L'ergonomie cognitive*. in « Psychologie Française », volume 40, 1995, Numéro spécial.
- [13] J.-C. SPERANDIO. *Apports de l'ergonomie à la conception et aux choix des aides techniques pour personnes handicapées*. in « Performances Humaines et Techniques », avril, 1996, pages 39-43, Hors série : Situations de handicaps : Nouvelles approches ergonomiques.
- [14] J.-C. SPERANDIO. *L'apport de la psychologie du travail*. éditeurs P. CAZAMIAN, F. HUBAULT., in « Traité d'ergonomie », Octares, Toulouse, France, 1996.
- [15] J.-C. SPERANDIO. *L'ergonomie face aux changements technologiques et organisationnels du travail humain*. Octares, Toulouse, France, 1996.
- [16] 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.

Thèses et habilitations à diriger des recherche

- [17] A. CAPOBIANCO. *Stratégies d'aide en ligne contextuelles : acquisition d'expertises, modélisation et évaluation expérimentale*. Thèse d'université, Université Henry Poincaré Nancy 1, Oct, 2002.

Articles et chapitres de livre

- [18] J. M. C. BASTIEN, D. L. . SCAPIN. *La conception de logiciels interactifs centrée sur l'utilisateur : étapes et méthodes*. in « Presses Universitaires de France, P. Falzon Ed. », à paraître 2002.
- [19] N. CARBONELL. *Towards the design of usable multimodal interaction languages*. in « International Journal Universal Access in the Information Society », (UAIS), to be published, 2003.

Communications à des congrès, colloques, etc.

- [20] J. M. C. BASTIEN. *Panorama des outils d'aide au recueil d'information*. in « Ergonomie et Informatique Avancée », I.D.L.S, éditeurs ERGO-IA'2002., 8-10 octobre, 2002.
- [21] J. M. C. BASTIEN, D. L. SCAPIN. *Les méthodes ergonomiques : de l'analyse à la conception et à l'évaluation*. in « Ergonomie et Informatique Avancée », I.D.L.S., Biarritz, éditeurs A. DROUIN, G. E. J.ROBERT., Ergo-IA'2002, 8-10 octobre, 2002.
- [22] A. CAPOBIANCO. *Elaboration d'informations procédurales : Cas de l'aide en ligne à l'utilisateur*. in « 14ème conférence francophone sur l'interaction homme-machine (IHM 2002) », 57-64, November, 2002.
- [23] A. CAPOBIANCO. *Stratégies d'aides en ligne contextuelles : acquisition, modélisation et évaluation*. in « Journée d'étude du Réseau thématique 'Systèmes d'aides opératoires', ACI Cognitive, Paris, France », June, 2002.
- [24] A. CAPOBIANCO, N. CARBONELL. *Conception d'aides en ligne : revue de questions*. in « Journée d'étude du Réseau thématique 'Systèmes d'aides opératoires', ACI Cognitive, Paris, France », Juin, 2002.
- [25] A. CAPOBIANCO, N. CARBONELL. *Conception d'aides en ligne pour le grand public : défis et propositions*. in « Ergonomie et Informatique Avancée, ERGO IA'2002, Biarritz », éditeurs A. DROUIN, G. EUDE, J. ROBERT., 8-10 Octobre, 2002.
- [26] A. CAPOBIANCO, N. CARBONELL. *Contextual Online Help : a Contribution to the Implementation of Universal Access*. in « First Cambridge Workshop on Universal Access and Assistive Technologies - CWUAAT'2002, Cambridge, United Kingdom », série Universal Access and Assistive Technologies, Springer-Verlag London, éditeurs S. KEATES, P. LANGDON, P. CLARKSON, P. ROBINSON., pages 131-140, March, 2002.
- [27] N. CARBONELL. *Nouvelles situations et formes d'interaction, nouvelles catégories d'utilisateurs : un champ d'étude des usages à explorer*. in « Journée de lancement du Réseau thématique pluridisciplinaire 32 "Acceptabilité, ergonomie et usage des TIC, Dpt STIC du CNRS, Paris, France », Nov, 2002.
- [28] N. CARBONELL. *Vers des aides en ligne opératoires : apports de la multimodalité*. in « Colloque 'Devenir de la relation d'aide', Réseau thématique 'Systèmes d'aide opératoires', ACI Cognitive », décembre, 2002.

- [29] N. CARBONELL, S. KIEFFER. *Do oral messages help visual exploration ?*. in « International CLASS Workshop on Natural, Intelligent and Effective Interaction in Multimodal Dialogue Systems 2002, Copenhagen, Denmark », éditeurs J. VAN KUPPEVELT, L. DYBKJAER, N. BERNSEN., pages 27-36, June, 2002, <http://www.loria.fr/publications/2002/A02-R-251/A02-R-251.ps>.
- [30] N. CARBONELL, D. L. SCAPIN. *Multimodality : Contributions to the Universal Access Research Agenda*. in « 6th International Scientific Conference on Work With Display Units 2002- WWDU'02, Berchtesgaden, Germany », Berlin : Ergonomic Institut für Arbeits- und Sozialforschung Forschungsgesellschaft mbH, éditeurs H. LUCZAK, A. CAKIR, G. CAKIR., pages 628-630, May, 2002, <http://www.loria.fr/publications/2002/A02-R-249/A02-R-249.ps>.
- [31] H. DAVID, J. M. C. BASTIEN. *Evaluation of a radically revised air traffic management interface*. in « Air Traffic Management for Commercial and Military Systems », éditeurs 2. D. A. S. CONFERENCE., Irvine, California, USA, 27-31 october, 2002.
- [32] N. GRONDIN, J. M. C. BASTIEN, B. AGOPIAN. *Les tests utilisateurs : avantages et inconvénients des passations individuelles et par paires*. in « Actes de la conférence IHM'2002 », ACM Press, pages 121-128, Poitiers, France, 26-29 novembre, 2002.
- [33] H. HUTCHINSON, W. MACKAY, B. WESTERLUND, B. B. BEDERSON, A. DRUIN, C. PLAISANT, M. BEAUDOUIN-LAFON, S. CONVERSY, H. EVANS, H. HANSEN, N. ROUSSEL, B. EIDERBACK, S. LINDQUIST, Y. SUNDBLAD. *Technology Probes : Inspiring Design for and with Families*. in « Proc. ACM Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI 2003 », ACM Press, pages (to be published), apr, 2003, CHI Letters 5(1).
- [34] V. LUCQUIAUD, F. JAMBON, D. L. SCAPIN. *Outils de modélisation des tâches utilisateurs : exigences du point de vue utilisation*. in « Actes de la conférence IHM'2002 », ACM Press, pages 243-246, Poitiers, France, 26-28 novembre, 2002.
- [35] W. E. MACKAY, C. LETONDAL, G. POTHIER, K. BØEGH, H. E. SØRENSEN. *The Missing Link : Augmenting Biologist's Laboratory Notebooks*. in « Proc. ACM Symposium on User Interface Software and Technology, UIST'2002 », ACM Press, pages 41-50, oct, 2002, CHI Letters 4(2).
- [36] W. E. MACKAY. *Integrating Multiple Perspectives on Participatory Design : (Interliving)*. in « Workshop paper at CHI2002 Workshop on Domestic Technologies », 2002.
- [37] W. E. MACKAY. *Which Interaction Technique Works When ? Floating Palettes, Marking Menus and Tool-glasses Support Different Task Strategies*. in « Proc. Advanced Visual Interfaces, AVI 2002 », ACM Press, pages 203-208, apr, 2002.
- [38] B. WESTERLUND, S. LINDQUIST, W. E. MACKAY, Y. SUNDBLAD. *Co-designing methods for designing with and for families*. in « European Academy of Design Conference, EAD'03 », pages to be published, 2003.

Rapports de recherche et publications internes

- [39] C. BACH, D. L. SCAPIN. *Recommandations pour l'inspection ergonomique d'environnements virtuels*. Rapport de Contrat COMEDIA, INRIA, Rocquencourt, janvier, 2003.

- [40] M. BEAUDOUIN-LAFON, B. B. BEDERSON, S. CONVERSY, B. EIDERBACK, H. HUTCHINSON. *interLiving Deliverable 2.1, Cooperative Design with Families*. Technical report, CID/NADA, KTH, Suède, jan, 2002, <http://interliving.kth.se/papers.html>, 47 pages.
- [41] W. CYBIS, D. L. SCAPIN, D. P. ANDRES, M. MORANDINI. *ErgoCoIn : a usability inspection tool for web sites evaluation*. Rapport de Contrat, Convention CNPq-INRIA, september, 2002, Project TVU-CECI.
- [42] N. GRONDIN. *Rapport d'analyse : questionnaire X35E sur les normes en ergonomie de l'informatique*. Rapport AFNOR, INRIA, Rocquencourt, octobre, 2002.
- [43] W. E. MACKAY. *ATC '01 : Future Air Traffic Control User Interfaces*. rapport technique, INRIA, Rocquencourt, 2002, DVD for EuroControl workshop, Brétigny sur Orge.
- [44] W. E. MACKAY. *Using Video to Support Interaction Design*. DVD Tutorial distributed at CHI2002, INRIA, Rocquencourt, apr, 2002, ISBN : 1-58113-516-5.
- [45] W. E. MACKAY, G. POTHIER. *Dispositif et procédé de gestion de données entre équipements de communication en vue de l'obtention d'un service*. n-aff. 61, déposé le 25 octobre, 2002, brevet fr.02 13387.
- [46] M. NEGRI. *Liens entre performance, apprentissage et préférence dans l'évaluation des sites commerciaux sur Internet*. Mémoire de Maîtrise, Université René Descartes, Paris V, Paris, 2002.
- [47] B. RENAUDIN-HUMBERT. *Rôle du regard en tant que mode d'expression dans un environnement d'interaction multimodale*. Mémoire de DEA Informatique, Ecole Doctorale, IAEM, juillet, 2002, 44 p.
- [48] R. TAILLEFER. *Recensement de quelques sites web de vente en ligne dans les industries de l'habillement*. Rapport de contrat COMEDIA, INRIA, Rocquencourt, septembre, 2002.
- [49] C. TISON, D. L. SCAPIN, N. CARBONELL. *Techniques et modalités d'interaction homme-machine avec des environnements et des objets 3D : revues de questions*. Rapport de contrat COMEDIA, INRIA, Rocquencourt, janvier, 2003.