

RAPPORT D'ACTIVITE

et PROJET SCIENTIFIQUE

Equipe Ingénierie de l'Interaction Homme-Machine (IIHM)

Responsable : Joëlle Coutaz, Professeur, Université Joseph Fourier

1. PERSONNEL

Enseignants-chercheurs : F. Bérard, G. Calvary, J. Coutaz, S. Dupuy-Chessa, L. Nigay.
Doctorants : 14

Nombre d'équivalents chercheurs (NE) : 10.4

La liste détaillée des membres de l'équipe est fournie en annexe 1.

2. BILAN DES ACTIVITES DE RECHERCHE 02-05

2.1 *Thématique scientifique et objectifs généraux*

L'équipe IIHM a comme thème de recherche le *Génie Logiciel pour l'Interaction Homme-Machine*. Ses objectifs se résument ainsi : établir des théories, des modèles et des méthodes, inventer de nouvelles techniques d'interaction et réaliser des supports logiciels motivés par les principes fondateurs du domaine de l'Interaction Homme-Machine : utilité et utilisabilité en contexte. Ces objectifs sont poursuivis selon quatre axes: *Outils conceptuels* pour des recherches plus spécifiques sur la *multimodalité des systèmes interactifs*, la *plasticité des systèmes interactifs* et les *nouvelles modalités d'interaction*. Nos hypothèses de recherche s'appuient le plus souvent sur les théories de la psychologie et de l'ergonomie cognitives pour contribuer à la création de modèles computationnels, de méthodes de conception et de solutions logicielles générales visant la qualité et l'innovation de l'Interaction Homme-Machine. Les domaines d'application incluent les espaces interactifs collaboratifs, la visualisation interactive de grands espaces d'information, le geste médico-chirurgical assisté par ordinateur, l'avionique, l'archéologie, les jeux, la domotique.

2.1.1. Outils conceptuels pour l'Interaction Homme-Machine

Participants à ce thème de recherche : Sophie Dupuy-Chessa¹, François Bérard, Gaëlle Calvary, Joëlle Coutaz, Laurence Nigay

Mots-clés : modèle d'architecture, taxonomie, modélisation, méthode, test.

a) Résumé : Les outils conceptuels que développe l'équipe IIHM ont trois missions essentielles : 1) Définitions formelles ou semi-formelles de nouveaux concepts (par exemple, les notions de modalité et de ressource d'interaction). L'objectif est de produire des taxonomies et des ontologies pour comprendre un problème ou un phénomène, identifier les lacunes de l'état de l'art, et produire des solutions logicielles bien fondées. 2) Définition de modèles computationnels, de méthodes de conception, de processus de développement pour l'Interaction Homme-Machine. L'objectif est d'intégrer les approches IHM avec celles du GL en sorte que les aspects IHM soient pris en compte et respectés dans les systèmes. 3) Définir des modèles d'architecture logicielle de référence pour les systèmes interactifs. L'objectif est de produire des outils logiciels et systèmes interactifs dont la structuration répond à des propriétés interactives données. Ces trois formes d'activité (formalisation, modélisation-processus-méthode, et architecture) sont déclinées dans chacun des autres axes d'étude de l'équipe : multimodalité et réalité augmentée, plasticité, nouvelles modalités d'interaction.

b) Description détaillée : Les nouvelles possibilités de l'interaction homme-machine complexifient le développement des systèmes interactifs. Pour répondre à ces difficultés, l'équipe IIHM s'appuie sur une approche génie logiciel qui consiste à :

- *Identifier les concepts pertinents.*

Chacun des axes de l'équipe (multimodalité et réalité augmentée, plasticité et nouvelles modalités d'interaction) se doit d'identifier et définir les concepts qui lui sont utiles. Cette activité permet d'établir un vocabulaire de référence et de cerner les contours des problèmes scientifiques et techniques à résoudre. Ainsi, l'équipe IIHM a défini les notions de modalité, de ressources d'interaction, de plate-forme et d'habitat pour les systèmes interactifs en informatique ambiante.

- *Proposer des notations ou des modèles supports aux concepts IHM.*

Les concepts pertinents identifiés, il convient de proposer des modèles ou des notations pour la conception ou le développement des systèmes interactifs. L'équipe IIHM travaille sur des modèles servant différentes étapes du processus de développement. Au niveau analyse, IIHM a proposé des notations pour représenter l'interaction dans le cadre des systèmes multimodaux et de réalité augmentée, pour le couplage de ressources d'interaction. Au niveau conception, la définition de modèles d'architecture logicielle est l'une des activités phares de l'équipe : PAC, puis PAC-Amodeus pour les IHM multimodales, Clover pour les collecticiels, et Compact pour les interacteurs plastiques.

¹ Le porteur essentiel du thème est indiqué en souligné. Les autres contributeurs sont listés par ordre alphabétique.

- *Proposer des processus de développement.*

Pour faciliter l'utilisation des concepts et des modèles, l'équipe IIHM propose des processus de développement qui indiquent quand et comment utiliser concepts et modèles. Ainsi, elle a identifié un processus fondé sur les scénarios pour l'étude des systèmes de réalité augmentée collaboratifs. Pour les systèmes interactifs plastiques, elle propose une approche fondée sur l'ingénierie basée sur les modèles (MDE). Enfin, l'équipe étudie le lien entre la conception de l'interface homme-machine et celle du noyau fonctionnel afin de proposer une méthode de développement globale prenant en compte à la fois les modèles d'interaction et les modèles du génie logiciel. Cette étude s'effectue actuellement dans le cadre des systèmes de réalité augmentée.

- *Fournir des outils de support.*

Les modèles (de concepts et de processus) ne sont réellement utilisables que s'ils sont complétés par des outils supports. L'équipe IIHM s'intéresse à deux types d'outils : les outils de mise en œuvre et les outils de test. Les outils pour la mise en œuvre des IHM (boîtes à outils, infrastructures, générateurs) qu'elles soient multimodales, plastiques ou de nouvelle génération, sont présentés dans les sections qui suivent. La complexité des IHM augmentant, il devient de plus en plus difficile de les tester, en particulier lorsque plusieurs modalités d'interaction sont utilisées. L'équipe IIHM étudie ce problème en collaboration avec des équipes de génie logiciel travaillant sur le test formel (VASCO).

- c) Projets liés, publications, thèses : Les projets, publications et thèses liés aux activités de cet axe sont précisés dans les sections qui suivent.

2.1.2. Multimodalité des systèmes interactifs et Réalité Augmentée

Participants à ce thème de recherche : Laurence Nigay, Joëlle Coutaz, François Bérard.

Mots-clés : modalités d'entrée/de sortie, modalités passives/actives, fusion de modalités, fission de modalités, CARE, ICARE

- a) Résumé : Le concept de *modalité* a plusieurs acceptions selon le domaine de référence. En psychologie, une modalité désigne l'une des "grandes catégories de qualités sensorielles (vision, audition, etc.)". En Interaction Homme-Machine, une modalité est assimilée à une technique d'interaction incluant la plupart du temps la parole. L'équipe IIHM, pionnière dans la définition et la construction d'IHM multimodales, a largement dépassé le paradigme du "mets ça là" en intégrant les principes de la Réalité Augmentée, de la visualisation de grands espaces d'information et de l'interaction multisurfaces dans un même cadre unificateur. Du point de vue système, le problème posé est l'intégration et la coopération de composants logiciels couvrant chacun une modalité en sorte que l'interaction soit, au final, naturelle et efficace pour l'utilisateur. L'approche adoptée s'appuie sur les activités suivantes : 1) Définition opérationnelle de la notion de modalité et de combinaisons de modalités. Il s'agit de comprendre l'espace problème puis, à partir de ces modèles, de réaliser des outils supports. 2) Définition de modèles d'architecture de référence pour les systèmes interactifs multimodaux. L'objectif est d'étendre, voire mettre en question, les modèles d'architecture de référence des IHM conventionnelles monomodales pour l'intégration flexible et la coopération de composants monomodaux. 3) Développement d'atelier de génération d'IHM multimodales en faveur du prototypage rapide d'IHM

multimodales. L'axe multimodalité considère aussi les systèmes multimodaux sur supports mobiles et collaboratifs. Un système multimodal exécutable sur plusieurs plates-formes aux ressources interactionnelles hétérogènes rejoint l'axe plasticité des IHM.

- b) Description détaillée : Nous adoptons une approche centrée sur l'interaction. Nous visons la conception et la mise en œuvre de nouvelles modalités d'interaction en liaison avec l'axe "nouvelles modalités d'interaction" (paragraphe 2.1.4), en sortie (du système vers l'utilisateur) comme en entrée (de l'utilisateur vers le système). Il ne s'agit pas seulement d'exploiter au mieux les ressources techniques, mais de développer des techniques d'interaction qui soient conformes aux attributs de la communication humaine. Et l'être humain bouge, parle, manipule, voit, entend. Dans ce contexte, la multimodalité prend son sens aussi bien dans la variété des canaux d'interaction à destination de l'utilisateur (interface en sortie) que dans les diverses manières d'utiliser ces canaux (interface en entrée).

Dès 1980, la multimodalité est étudiée aux États-Unis : en particulier Richard Bolt propose le paradigme du "mets ça là" dans le cas de l'intégration de la parole et du geste. En 1983, Nicholas Negroponte fonde le MediaLab au MIT avec comme objectif l'étude de l'intégration de ces nouvelles technologies. En France, la prise de conscience a lieu plus tard avec la création en 1990 d'un groupe d'étude au sein du GDR-PRC CHM. Le concept d'interaction multimodale est né. Dès lors, de nombreux travaux se sont concentrés sur la multimodalité en entrée, mettant en œuvre plusieurs dispositifs physiques d'entrée. Par exemple la figure 2.1.2.1 présente un utilisateur mobile de notre jeu RAZZLE de réalité augmentée, qui pour ramasser un objet virtuel ancré dans le monde réel peut faire un geste 3D couplé à une commande parole. Outre la fusion des modalités en entrée, la multimodalité peut aussi se traduire par l'existence de choix offerts à l'utilisateur. Par exemple dans notre système multimodal sur PDA pour gérer le courrier électronique, l'utilisateur a le choix des modalités en entrée, comme la parole, le stylet ou des gestes captés par un accéléromètre : la figure 2.1.2.2 montre un utilisateur en train de parcourir la liste des courriers reçus en inclinant le PDA.



Figure 2.1.2.1 : Un enfant jouant à notre jeu RAZZLE multimodal mobile démontré lors de la Fête de la Science en octobre 2004.

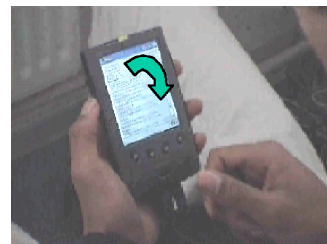


Figure 2.1.2.2 : Système multimodal sur PDA de gestion du courrier. Interface incorporée. Modalité = <ordinateur de poche, langage gestuel>.

Moins de travaux se sont intéressés à la conception de la multimodalité en sortie. Les travaux existants n'adoptent pas un point de vue global de l'interaction multimodale en sortie. En effet, certains étudient la pertinence de l'information véhiculée par les modalités, d'autres l'accès aux documents et aux postes de travail pour les handicapés (en particulier visuels). Enfin, certains étudient la génération automatique d'énoncés multimodaux du point de vue des supports de l'information, le terme multimédia étant le

plus souvent retenu. IIHM étudie la multimodalité en sortie dans le cas de grandes quantités d'information à explorer-manipuler et celui de la réalité augmentée. Plusieurs modalités visuelles sont considérées et combinées pour permettre l'exploration de grandes quantités d'informations comme les graphes biologiques de la figure 2.1.2.3. De plus, nous exploitons plusieurs surfaces d'affichage et donc plusieurs modalités de sortie (table, mur ou mini-écran comme le montre la figure 2.1.2.4.)



Figure 2.1.2.3 : Manipulation multimodale de graphes d'ARN.



Figure 2.1.2.4 : Systèmes multimodaux en sortie exploitant plusieurs écrans incluant des mini-écrans pour augmenter des objets physiques (comme une pièce de puzzle ou l'aiguille de ponction d'un chirurgien).

Nous constatons que les travaux à l'origine de nouvelles modalités d'interaction reposent sur un ensemble de dispositifs physiques dédiés à l'interaction et centrés autour d'un même espace d'interaction : l'ordinateur de bureau. Ainsi, un microphone combiné à une souris, ou deux souris manipulées simultanément, définissent des formes d'interaction multimodale visant à offrir une communication plus efficace et plus naturelle avec l'ordinateur. Or les formidables progrès accomplis dans la miniaturisation des microprocesseurs et dans les réseaux sans fil étendent l'espace d'interaction au-delà de l'ordinateur de bureau. Ainsi, les objets physiques deviennent des supports à l'interaction. Par exemple, les systèmes de chirurgie assistée par ordinateur utilisent des localisateurs 3D pour calculer en temps réel la position d'outils chirurgicaux au sein d'images médicales acquises en phase préopératoire. L'espace d'interaction, qui sort de l'espace station de travail, ouvre de nouvelles perspectives pour l'interaction multimodale mais en augmente la complexité.

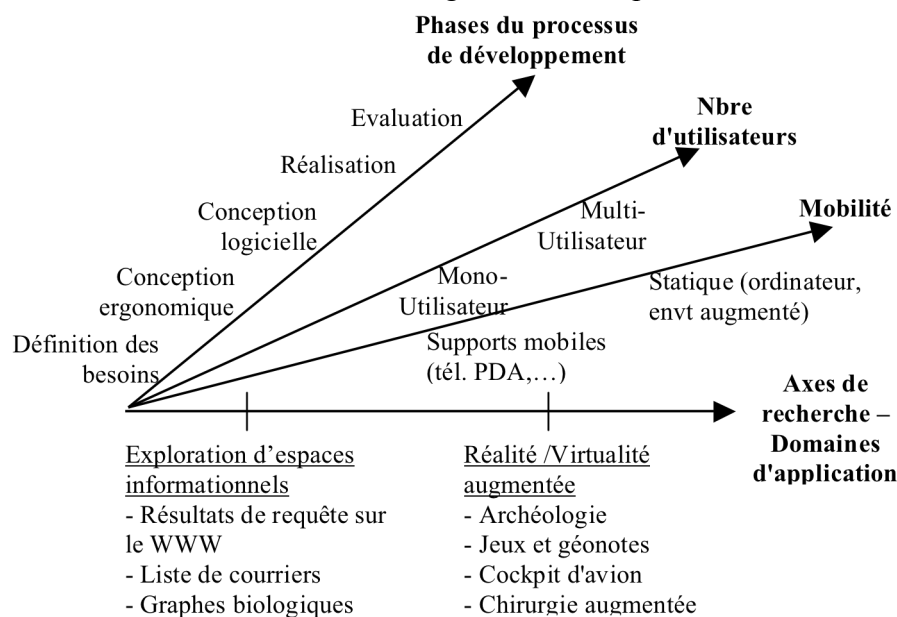


Figure 5 : Contours de nos travaux sur la multimodalité.

En réponse à cette nouvelle complexité, l'objectif de notre recherche est l'identification de concepts, l'élaboration de modèles et la mise en œuvre d'outils logiciels permettant de comprendre la nature de l'interaction et visant l'invention de nouvelles techniques d'interaction (modalités d'interaction et formes de multimodalité). La figure 2.1.2.5 présente les contours de nos travaux actuels sur les modalités d'interaction et la multimodalité.

Afin de capitaliser les efforts de développement (modalités et moteurs de fusion), de favoriser l'expérimentation et faciliter le développement d'interaction multimodale, nous avons conçu et développé une plate-forme de développement notée ICARE que nous enrichissons au fur et à mesure de nos avancées de recherche. En effet, malgré la maturité des résultats conceptuels et la robustesse des modalités d'interaction, les outils actuels de conception et de développement ne sont pas adaptés au cas de la multimodalité. Parmi les outils existants, certains permettent de résoudre des problèmes techniques comme le mécanisme de fusion des données provenant de différentes modalités ou la désambiguïsation de données multimodales. D'autres sont dédiés à des modalités spécifiques comme la reconnaissance de gestes ou de la parole.

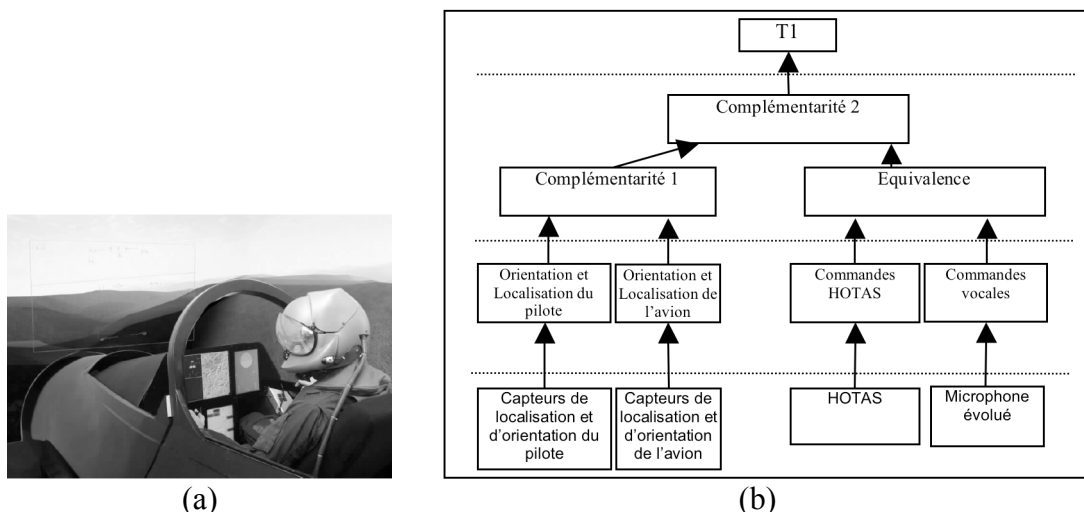


Figure 2.1.2.6 : Plate-forme ICARE : (a) Interaction multimodale dans le cockpit du RAFALE. (b) Spécification graphique ICARE à partir de laquelle le code est automatiquement généré.

Notre plate-forme ICARE est générale et permet le développement rapide d'interfaces multimodales. Techniquement, elle s'appuie sur une approche à composants pour la capitalisation des développements et inclut un éditeur qui permet d'assembler les composants d'interaction. La figure 2.1.2.6 présente un exemple d'assemblage graphique sous ICARE pour le développement de l'interaction multimodale d'une tâche du prototype du RAFALE. À partir de cette spécification graphique, le code de l'interaction multimodale est généré. La tâche de la figure 2.1.2.6 concerne le marquage d'un point au sol par le pilote au cours d'un vol (T1) : avec son regard, le pilote désigne un point et le marque en utilisant une commande vocale ou en utilisant les boutons de ses joysticks (appelés HOTAS pour Handle On Throttle And Stick). Des modalités passives (interaction implicite) représentent ici l'orientation et la position du pilote (en relatif par rapport à l'avion) ainsi que l'orientation et la position de l'avion. Ces modalités passives sont complémentaires (Complémentarité-1). Les modalités passives sont ensuite combinées (Complémentarité-2) aux commandes provenant des modalités actives (interaction explicite) équivalentes que sont la manipulation des boutons des

joysticks et la parole.

- c) Projets liés. Les activités de recherche de l'équipe IIHM sur la multimodalité ont largement été diffusées dans la communauté nationale depuis le début des années quatre vingt dix, plus récemment par le GT Multimodal du GdR I3, l'AS Visualisation et ses prolongements dans le GT Mobilité et Ubiquité. Ces recherches ont donné lieu à des transferts industriels (FT R&D et THALES) et sont aujourd'hui au cœur du projet européen IST REX SIMILAR (2003-2007).
- d) Publications. 2 revues internationales, 3 revues nationales, 6 conférences invitées, 27 conférences d'audience internationale avec comité de lecture, 13 conférences nationales.
- e) Thèses. 1 thèse HDR : L. Nigay. 2 thèses soutenues : Y. Laurillau, P. Renevier. 5 thèses en cours : G. Bailly, J. Bouchet, C. Coutrix, M. Horciani, B. Mansoux.

2.1.3. Plasticité des systèmes interactifs

Participants à ce thème de recherche : Gaëlle Calvary, Joëlle Coutaz.

Mots-clés : Adaptation au contexte d'interaction, systèmes interactifs adaptables, adaptatifs, distribués, remodelables, migrables.

- a) Résumé : Le concept de *plasticité* a été introduit par l'équipe IIHM en 1998 pour désigner la capacité d'adaptation d'un système interactif aux changements du contexte d'interaction dans le respect de son utilisabilité. Du point de vue système, le contexte d'interaction désigne "l'utilisateur cible, la plate-forme d'exécution, l'environnement physique et social". L'adaptation d'une IHM peut prendre la forme d'un remodelage (par exemple un changement de modalité), d'une migration ou d'une redistribution de ses éléments constitutifs (fenêtres, canevas, boutons, etc.) sur les ressources d'interaction disponibles. Migration et redistribution peuvent, à leur tour, entraîner un remodelage. Face à la diversité des contextes d'interaction, le problème posé est triple: 1) Minimiser les coûts de développement et de maintenance des IHM ; 2) Produire des IHM autoreconfigurables à l'exécution, non pas au cas par cas, mais par le biais de mécanismes génériques, et ceci sans perte de productivité pour l'utilisateur ; 3) Accorder à l'utilisateur un "juste" contrôle du processus d'adaptation.

En réponse, l'équipe IIHM retient les approches MDE et à composants. Elle poursuit les activités suivantes : 1) Définition des (méta-)modèles et (méta-)transformations nécessaires à la plasticité ; 2) Définition de modèles d'architecture logicielle de référence qui allient adaptations interne et externe; 3) Réalisation des outils supports : éditeurs de modèles, transformateurs et langages, infrastructures d'exécution. Jusqu'ici, l'équipe a produit des résultats en termes de modèles, d'architectures et d'infrastructures, pour des IHM migrables, distribuées et remodelables pour la modalité graphique. Elle a introduit les concepts de méta-IHM pour le contrôle de la plasticité par l'utilisateur final et d'IHM de transition qui doit permettre à l'utilisateur de comprendre l'état du processus d'adaptation. L'intégration de techniques d'interaction avancées (Multimodalité-Réalité Augmentée) constituent les prochaines étapes.

- b) Description détaillée : Dès les années 85, l'ingénierie de l'Interaction Homme-

Machine promouvait des approches basées modèles, la finalité étant alors de générer des IHM graphiques à partir de descriptions abstraites. Si la qualité des IHM ainsi produites fut jugée décevante, l'équipe IIHM a revisité ces approches, non plus dans le seul objectif d'automatisation de la production, mais de description *unifiée* et *dynamique* des systèmes interactifs à différents niveaux d'abstraction. Ainsi, l'équipe IIHM propose de décrire un système interactif selon différentes perspectives : modèles des tâches, concepts, présentations abstraite et concrète, contexte d'interaction, évolution, etc. Ces modèles entretiennent des relations assurant un caractère unifié des représentations. Modèles et relations, élaborés par spécifications et transformations, ont aussi une existence à l'exécution. Dès lors, ils informent les mécanismes d'adaptation qui peuvent pratiquer remodelage, distribution et migration d'IHM en s'appuyant sur des représentations à différents niveaux d'abstraction.



Figure 2.1.3.1 : Le site Sedan-Bouillon (projet européen CAMELEON) est structuré en trois espaces de travail : un titre, une barre de sélection et un contenu.

Par exemple, le site Web de la figure 2.1.3.1 est décrit comme suit : tâches utilisateur (chercher un hôtel), structure en espaces de travail (titre, barre de navigation, contenu informationnel), plate-forme (PC, clavier-souris), etc. Ces perspectives sont mises en correspondance : le lien hypertexte 'Hôtels' 'sait' qu'il donne accès à la tâche 'chercher un hôtel' et qu'il est hébergé sur PC. Par le biais d'une méta-IHM, l'utilisateur final peut, à volonté, répartir les espaces de travail (titre, barre de navigation, contenu) sur l'ensemble des ressources d'interaction de la plate-forme constituée ici d'un PC et d'un PDA (voir Figure 2.1.3.2). Cette redistribution dynamique des espaces de travail est une *transformation* de la correspondance entre les espaces de travail et les ressources d'interaction. Et le remodelage du contenu des espaces de travail est aussi une transformation de la correspondance entre présentation concrète et ressources d'interaction. Ces opérations s'appuient sur une infrastructure

d'exécution structurée selon le modèle canonique CAMELEON-RT.

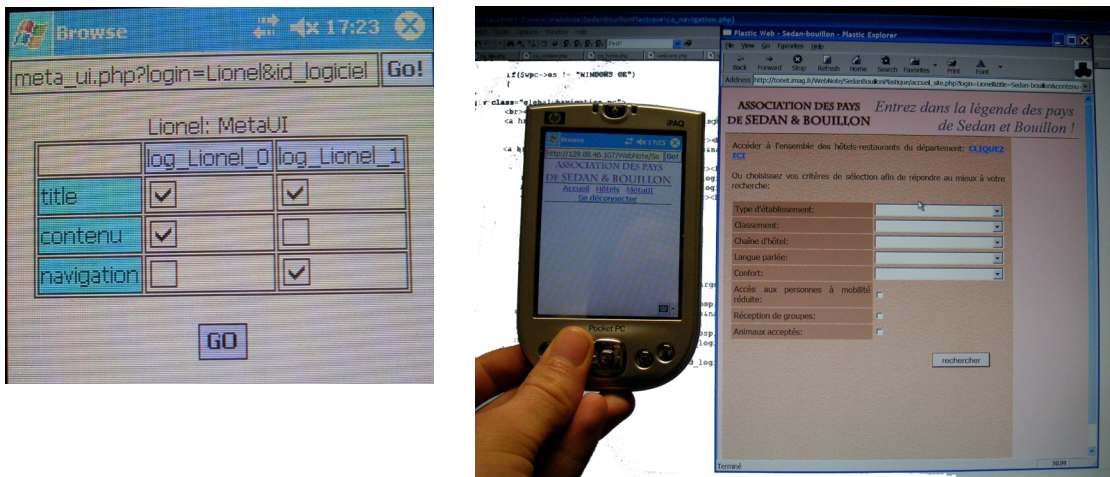


Figure 2.1.3.2 : Une méta-IHM permet à l'utilisateur de contrôler la distribution de l'IHM du site sur les deux machines connectées au site, à savoir un PC (log_lionel_1) et un PDA (log_lionel_0). L'utilisateur choisit ici titre et navigation sur PDA, titre et contenu sur PC.

CAMELEON-RT est un modèle conceptuel d'infrastructure logicielle conçu par l'équipe IIHM pour l'exécution d'IHM plastique en informatique ambiante. Ce modèle comprend trois couches : au niveau d'abstraction le plus bas, le matériel et les systèmes d'exploitation natifs constitutifs de la plate-forme d'exécution. Au niveau le plus haut, les systèmes interactifs que l'utilisateur exploite dans l'espace d'interaction. Les IHM de ces systèmes sont supposées organisées en composants (selon le style d'architecture composant-connecteur), facilitant ainsi la reconfiguration dynamique de tout ou une partie de l'IHM. Au cœur de CAMELEON-RT, l'intergiciel DMR (Distribution-Migration-Remodelage) comprend :

- L'infrastructure de contexte chargée de la capture du contexte d'interaction au bon niveau d'abstraction sous forme d'observables grâce à des contexteurs.
- Le gestionnaire de plate-forme et sa boîte à outil. Le gestionnaire de plate-forme cache l'hétérogénéité de la plate-forme brute en un espace de ressources d'interaction normalisées. Il est aux plates-formes hétérogènes, ce que X Window est à la station de travail conventionnelle. La boîte à outil fournit les widgets (interacteurs) d'utilité publique adaptés aux IHM distribuées, migrables et remodelables.
- Le gestionnaire d'adaptation est au cœur du processus d'adaptation. Il comprend un identificateur de situation, un moteur d'évolution, et un producteur d'adaptation. Tout changement de valeurs d'observables calculées par l'infrastructure de contexte est reçu par des observateurs (observateur de plate-forme, observateur de l'utilisateur, observateur de l'environnement physique, observateur des tâches en cours d'exécution par l'utilisateur). Ces observateurs alimentent le synthétiseur de situation qui calcule la situation actuelle. Tout changement de situation est notifié au moteur d'évolution. Celui-ci construit l'ensemble des réactions possibles, en choisit une, et produit un plan à l'adresse du producteur d'adaptation. Et ce dernier est chargé d'exécuter le plan : remplacement/suppression de composants de l'IHM actuelle à partir de composants exécutables d'une base de composants. Si, parmi ces composants, certains ne sont pas exécutables, mais sont des descriptions à haut niveau d'abstraction (par exemple, un modèle de tâches), les composants exécutables correspondants sont calculés à la volée par transformation. Le configurateur réalise

ensuite la reconfiguration recommandée.

CAMELEON-RT a servi de référence pour la mise en œuvre d'ETHYLENE, une infrastructure d'exécution adaptée aux sites Web plastiques fondés sur les technologies PHP, MySQL. Une nouvelle infrastructure est en cours de réalisation pour étudier les problèmes suivants : 1) la cohabitation de plusieurs modèles de composants (.Net, Fractal, par exemple) de façon à assurer leur interopérabilité ; 2) la répartition entre adaptation interne ad hoc (les services DMR sont embarqués dans le code du système interactif) et adaptation externe (les services DMR sont factorisés dans une infrastructure d'utilité publique avec un risque de perte en efficacité).

À court terme, nos modèles seront étoffés avec les propriétés d'interaction pour raisonner sur les transformations (coûts-bénéfices au regard de l'utilisabilité). Une collaboration est établie avec l'équipe ADELE sur ce point. À moyen terme, il s'agit d'explorer les notions de méta-IHM et d'IHM de transition pour l'observabilité et le contrôle du système interactif : le problème du bon équilibre entre système autonome et contrôle humain n'est pas résolu. Une collaboration avec des ergonomes est ici initiée pour aussi établir des patrons d'adaptation (France Télécom R&D). À plus long terme, il s'agira d'aller au-delà du graphique en intégrant la multimodalité et la réalité augmentée. Parallèlement, nous nous attacherons à fournir des ateliers de construction.

- c) Projets liés. Les travaux sur la plasticité des systèmes interactifs ont été lancés, pour l'essentiel, dans le cadre du projet européen CAMELEON (2001-2004). Ils sont poursuivis aujourd'hui avec les projets européens IST REX SIMILAR (2003-2007) et ITEA E-MODE (2005-2007) et, au niveau national, avec le projet IMAG MAPPING (2005-2007) et un contrat avec FT R&D. Ils ont permis de lancer une action nationale : l'AS plasticité (2003-2004) qui se poursuit maintenant sous forme du GT CESAME démarré en octobre 2004. Les travaux plus spécifiques sur la capture du contexte d'interaction ont été initialisés dans le projet européen IST FET GLOSS (2001-2004). L'ensemble de ces travaux a fait l'objet d'un don de XRCE (University Affairs Committee). Se référer au tableau de l'annexe 4 pour plus de détail.
- d) Publications. 2 revues internationales, 5 revues nationales, 4 conférences invitées, 12 conférences d'audience internationale, 10 conférences d'audience nationale.
- e) Thèses. 2 thèses soutenues : D. Thevenin (2001), G. Rey (2005). 6 thèses en cours : L. Balme, O. Daassi, A. Demeure, V. Ganneau, Nguyen V.T., J.S. Sottet.

2.1.4. Nouvelles modalités d'interaction

Participants à ce thème de recherche : François Bérard, Joëlle Coutaz, Laurence Nigay.

Mots-clés : Réalité Augmentée, Réalité Mixte, Interaction à mains nues, Interaction à deux mains, vision par ordinateur pour l'IHM, surface interactive, interaction multi-surfaces, couplage de ressources d'interaction.

- a) Résumé : Les nouvelles modalités d'interaction désignent des formes d'interaction au-delà du conventionnel "clavier – écran – souris". L'équipe IIHM contribue au développement de nouveaux dispositifs d'interaction fondés notamment sur des processus de Vision par Ordinateur, et au développement de nouvelles modalités

d'interaction qui tirent parti de ces dispositifs. L'équipe a réalisé des systèmes de suivi d'objets et de doigts nus permettant de mener des expérimentations sur les interfaces tangibles, sur l'interaction au doigt nu à deux mains, sur l'interaction multi-utilisateurs co-localisés. Elle étudie l'interaction multi-surfaces/multi-instruments et le couplage de ressources d'interaction dans les systèmes interactifs ambiants. Outre le développement de nouvelles modalités d'interaction, nous visons à capitaliser nos efforts de recherche et à promouvoir l'expérimentation grâce à la réalisation de bibliothèques de services logiciels pour l'interaction. Les services offerts concernent la vision par ordinateur et le rendu graphique 2D performant à flux d'interaction multiples.

- b) Description détaillée : La manière dont nous interagissons avec les systèmes informatiques a peu évolué depuis le paradigme de la manipulation directe. Pourtant, ce paradigme montre ses limites dans certaines situations, par exemple en situation d'interaction à flux d'entrée multiples (interaction à deux mains, interaction multi-utilisateurs distants ou colocalisés) et à flots de sortie multiples (sur les surfaces des objets qui nous entourent). De plus, dans la vision de l'informatique ambiante, les ressources d'interaction ne sont plus prédéfinies, mais doivent pouvoir être agencées de manière opportuniste par l'utilisateur.

En réponse, l'équipe IIHM étudie, à différents niveaux, le développement de nouvelles formes d'interaction :

- Au niveau conceptuel, nous avons défini une ontologie pour l'interaction multi-surfaces/multi-instruments, de même la notion de couplage de ressources d'interaction. Nous considérons que toute entité physique du monde réel peut jouer le rôle de ressource d'interaction dès lors qu'elle est reconnue par le système comme dispositif d'entrée ou de sortie. Parmi les rôles de ressources d'interaction, nous avons étudié ceux de surfaces et d'instruments en relation avec la modalité graphique. Cette ontologie rend explicite la nécessité pour les boîtes à outils et gestionnaires d'espaces interactifs de découvrir dynamiquement les ressources d'interaction, de modéliser leurs relations spatiales, de même leurs caractéristiques physiques (forme, taille, matériau, etc.). Nous avons défini le couplage de ressources d'interaction comme l'action de lier ces ressources de façon à ce qu'elles opèrent conjointement pour obtenir un nouvel ensemble de fonctions (par exemple, par couplage de deux surfaces, on obtient la fonction 'extension de surface d'affichage'). Une grammaire et une théorie sur le couplage de ressources d'interaction permettant de raisonner sur la composition de couplages sont en cours de finalisation.
- Au niveau instrument, nous avons adapté et développé des techniques de vision par ordinateur pour l'Interaction Homme-machine à flux d'entrée multiples. Nous avons mis au point des techniques dont les performances satisfont les requis de l'IHM en termes de temps de réponse, stabilité, précision, et robustesse. Cette recherche s'est concrétisée par la réalisation de systèmes de suivi de jetons colorés et de doigts nus sur surface plane, qui, reconnus par le système, peuvent servir d'instruments que l'utilisateur couple dynamiquement pour obtenir des fonctions telles que la sélection, la rotation d'informations numériques. La disponibilité de ces techniques nous permet de progresser au niveau des techniques d'interaction.
- Au niveau des techniques d'interaction, nous avons effectué des études d'utilisabilité sur des interfaces à deux mains et des interfaces multi-utilisateurs colocalisés (La figure 2.1.4.1 illustre ce type d'interfaces où plusieurs personnes

manipulent simultanément des photos). Nous poursuivons nos recherches avec l'évaluation de l'utilisabilité de ce type de système lorsqu'il est utilisé "en production", et non pas lors d'expériences contrôlées en laboratoire. Notre premier cas d'étude est la "table magique": un tableau blanc, augmenté de services électroniques, destiné aux activités de réunion informelle ("brainstorm").



Figure 2.1.4.1. Interaction à plusieurs flux d'entrée. Ici, les doigts jouent le rôle d'instrument.

- Au niveau outil, nous cherchons à capitaliser notre travail sous la forme de bibliothèques logicielles. Ces bibliothèques concrétisent les modèles et concepts produits lors de notre recherche amont, et permettent leur mise en œuvre rapide, facteur essentiel pour l'expérimentation. Nous avons réalisé deux bibliothèques, l'une concernant les services de vision par ordinateur pour l'interaction (GML-Vision), l'autre concernant le rendu graphique sur de grandes surfaces à multiples flux d'entrée (GML-Canvas). Cette dernière est diffusée sous licence "Open Source" (<http://iihm.imag.fr/projects/gml/>). La figure 2.1.4.2 illustre l'un des services offerts : la gestion de plusieurs surfaces d'affichage.



Figure 2.1.4.2. La bibliothèque GML gère plusieurs écrans reliés à des stations de travail distinctes (PC, Mac) comme une seule surface d'affichage. Les souris sont autant d'instruments qui peuvent transiter entre écrans comme s'il s'agissait d'un seul.

- c) Projets liés. Les travaux conceptuels sur l'interaction multi-surfaces/multi-instruments, de même que le couplage de ressources d'interaction ont été menés dans le projet IST FET GLOSS (2001-2004). Les techniques d'interaction par vision par ordinateur ont été étendues et améliorées dans le cadre du projet européen IST FAME (2001-2005). L'ensemble de ces travaux trouve ses prolongements dans le projet européen E-

MODE (2005-2007).

- d) Publications. 1 revue nationale, 7 conférences d'audience internationale, 3 conférences d'audience nationale.
- e) Thèses. 1 thèse soutenue : C. Lachenal (2004). 3 thèses en cours : N. Barralon, J. Letessier, S. Rouillard.

2.2 Résultats majeurs

Distinctions

- 2002 : L. Nigay, médaille de bronze CNRS.
2003 : L. Nigay, médaille d'or de l'UJF.
2004 : L. Nigay, membre de l'Insitut Universitaire de France.
2005 : L. Nigay, médaille d'or de l'UJF.

Communications primées

- 2001 : L. Nigay, prix du meilleur papier court à la conférence IHM-HCI 2001 sur l'usage de la multimodalité sur ordinateur de poche.
2004 : N. Barralon, prix du meilleur article junior à la conférence IHM 2004 sur le couplage de ressources d'interaction.

Résultats scientifiques

Multimodalité des systèmes interactifs : Une maîtrise de la notion de modalité et ses prolongements avec la réalité augmentée et la mobilité :

- Des espaces de conception (par exemple, les modèles AZUR et Clover).
- De nouvelles techniques d'interaction motivées par les espaces de conception.
- Des modèles d'architecture (descendants de PAC-Amodeus)
- Des outils de développement et de nombreuses applications démontrant la validité et la généralité des résultats (voir plus loin).

Plasticité des systèmes interactifs : Un ensemble cohérent de concepts, de (méta-)modèles et d'outils architecturaux offrant une bonne maîtrise des problèmes et solutions possibles pour la plasticité des systèmes interactifs et notamment :

- Un méta-modèle pour la notion de contexte (fondé sur les notions d'entités, d'observables, de graphes de situations et de graphes de contextes), une méthode pragmatique de définition du contexte d'interaction, un modèle architectural canonique des niveaux de traitement du contexte (capture, perception, situation, exploitation). Ce travail a été conduit en collaboration avec l'équipe PRIMA, a fait l'objet de la thèse de G. Rey (2005) et de plusieurs publications internationales (CACM, notamment) et de conférences invitées (CONTEXT 05 notamment). Il est actuellement consolidé par G. Rey en postdoc à University College Dublin (P. Nixon, S. Dobson).
- Un ensemble de (méta-)modèles de description et de transformations d'un système interactif offrant un caractère unifié applicable aussi bien à la conception qu'à l'exécution du système. La notion de Comet (ou widget plastique) et son architecture conceptuelle (Compact) en sont une application. Ce travail a fait l'objet de publications internationales y compris dans des revues (dont Interacting With Computer).
- CAMELEON-RT, une architecture conceptuelle pour infrastructures d'exécution

des systèmes interactifs plastiques. Cette architecture couvre aussi bien le remodelage que la distribution et la répartition des composants d'une IHM. Ce travail, qui nécessite d'être confronté à plusieurs mises en application pour en tester la généralité, pose clairement le problème des adaptations fermée et ouverte. Il a fait l'objet de publication internationale (EUSAI) et de conférence invitée (CONTEXT 05).

- Les concepts de méta-IHM et d'IHM de transition qu'il conviendra d'explorer plus avant dans les thèses à venir pour juger du compromis entre système autonome et système contrôlable.

Nouvelles modalités d'interaction : Des fondements ontologiques et des outils pour explorer de nouvelles formes d'interaction dans les espaces ambiants :

- Une ontologie qui permet de caractériser les aspects importants de l'interaction multi-surfaces/multi-instruments, aspects ignorés dans les outils conventionnels, mais qui deviennent pertinents dans les systèmes ambiants. Ces travaux présentés initialement à Interact 2003 et initiés dans la thèse de C. Lachenal trouvent leurs prolongements dans les développements techniques actuels de l'équipe.
- Une définition de la notion de couplage de ressources d'interaction, problème ignoré dans les systèmes conventionnels où les couplages (par ex., celui de la souris et du clavier) sont définis par conception. Ces résultats démontrent la nécessité de définir de nouvelles techniques d'interaction pour que l'utilisateur puisse configurer à façon son espace interactif et en prévoir les conséquences. Ce travail a, pour l'instant, fait l'objet de peu de publications (EUSAI 2005), mais a reçu le prix du meilleur article junior à IHM2004.
- Des techniques de vision par ordinateur répondant aux requis de l'interaction fortement couplée et des outils facilitant le développement de nouveaux rendus graphiques. Ces travaux ont fait l'objet de publications internationales (conférence UIST 2004 notamment), ont été largement exploités dans les démonstrateurs grand public de l'équipe et sont diffusés en Open Source (voir ci-dessous).

Plates-formes et logiciels

Les logiciels suivants ont été développés :

- GML-Canvas, une boîte à outils pour le prototypage d'IHM graphiques de nouvelle génération, disponible en Open Source depuis avril 2005. Voir Annexe 5.
- GML-Vision, un ensemble de services de suivi d'objets (doigts, jetons) par vision par ordinateur.
- L'infrastructure de contexteurs : couvre les niveaux capture et perception du traitement du contexte selon une architecture hybride P2P et hiérarchique. Elle sera disponible en Open source dans les mois qui viennent. Elle a été appliquée, notamment, à la découverte de ressources d'interaction et au couplage d'écrans par proximité.
- La plate-forme ICARE : pour le prototypage rapide de systèmes interactifs multimodaux. Le concepteur spécifie par « drag and drop » les modalités d'entrée et leurs combinaisons selon les propriétés CARE (Complémentarité, Assignment, Redondance, Equivalence de modalités) et génère l'IHM correspondante.
- Ethylene : une première expérience d'infrastructure logicielle comme support d'exécution de sites web plastiques. S'appuie sur le modèle CAMELEON –RT.

Principales applications et démonstrateurs des résultats scientifiques

Les outils logiciels de l'équipe ont permis le développement des démonstrateurs et

prototypes suivants, pour différents domaines :

- Avionique : Thales-Avionics Bordeaux : Utilisation en cours de la plate-forme ICARE pour développer des interfaces multimodales du cockpit du RAFALE.
- Archéologie : Alexandrie, Egypte : Démonstration officielle FT R&D du système mobile collaboratif de Réalité Augmentée appliqué à l'archéologie.
- Jeux : Fête de la Science (oct. 2004) et FT R&D Issy : Jeux de réalité augmentée mobile testés et démontrés à FT R&D.
- Biologie : Manipulation de structures d'ARN : environnement augmenté NAVGRAPHE, en cours d'installation à Bordeaux, démonstration lors des journées nationales ACI 2004 et 2005.
- Espaces interactifs : prototype FAME utilisé par le grand public au Forum culturel international de Barcelone (9-18 juillet 2004) et Fête de la Science (oct. 2004), des centaines d'utilisateurs.

3. ACTIVITES D'ENCADREMENT

3.1 Thèses et HDR soutenues depuis le 01/10/01

La liste des thèses et HDR est fournie dans le tableau en annexe 2 : 6 thèses et 1 HDR.

3.2 Thèses et HDR en cours

BAILLY Gilles, Techniques d'interaction multimodale pour la manipulation de représentation tridimensionnelle de grandes quantités d'information. Dir. L. Nigay, E. Lecolinet (ENST, Paris), ED MSTII, UJF, alloc. MENRT, première inscription oct. 2005.

BALME Lionel. Infrastructure logicielle pour la plasticité des systèmes interactifs. Dir. J. Coutaz, ED MSTII, UJF, MENRT, première inscription oct. 2003.

BARRALON Nicolas. Couplage de ressources d'interaction en informatique ambiante. Dir. J. Coutaz, ED MSTII, UJF, ATER, première inscription oct. 2002.

BOUCHET Jullien. Ingénierie ergonomique de l'Interaction Multimodale : Approche à composants. Dir. L. Nigay, ED MSTII, UJF, Alloc. DGA, première inscription oct. 2003.

COUTRIX Céline. Système et environnement mixtes : Techniques d'interaction. Dir. L. Nigay, ED MSTII, UJF, Alloc. MENRT monitorat, première inscription oct. 2005.

DAASSI Olfa. Les comets pour la plasticité des systèmes interactifs. Dir : G. Calvary, J. Coutaz, ED MSTII, UJF, Bourse EGIDE, première inscription oct. 2002.

DEMEURE Alexandre. Méta-modèles pour la plasticité des systèmes interactifs. Dir. G. Calvary, J. Coutaz, ED MSTII, UJF, MENRT Monitorat, première inscription oct. 2003.

GANNEAU Vincent. Méta-IHM pour la plasticité des systèmes interactifs. Dir : G. Calvary, J. Coutaz, R. Demumieux, ED MSTII, UJF, Bourse France Telecom Lannion, première inscription oct. 2005.

HORCHANI Meriam. Formalisation et mise en œuvre d'une théorie de la fission multimodale au sein d'un agent rationnel dialoguant. Dir. L. Nigay, F. Panaget, ED MSTII, UJF, Bourse France Telecom Lannion, première inscription oct. 2004.

LETESSIER Julien. Composants logiciels pour les systèmes interactifs de nouvelle génération: apport de la vision par ordinateur. Dir. J. L. Crowley et F. Bérard, ED MSTII, INPG, Alloc. INRIA, première inscription oct. 2003.

MANSOUX Benoît. Modalités d'interaction et multimodalité dans les systèmes de Gestes

Médico-Chirurgicaux Assistés par Ordinateur. Dir. L. Nigay, J. Troccaz, ED MSTII, UJF, Alloc. contrat UJF, première inscription oct. 2003.

NGUYEN Viet Tung. Plate-forme matérielle pour la plasticité des Interfaces Homme-Machine. Dir. E. Castelli, Pham Thi Ngoc Yên, G. Calvary, ED EEATS, INPG en co-tutelle avec l'Institut Polytechnique, Hanoï, ETR, première inscription oct. 2003.

ROUILLARD Sylvie. Spécification et développement d'une bibliothèque logicielle pour la conception des systèmes interactifs graphiques de nouvelle génération. Dir. F. Bérard, J. Coutaz, ED MSTII, INPG, MENRT, première inscription oct. 2004.

SOTTET Jean-Sébastien. La plasticité des systèmes interactifs par transformation de modèles. Dir : G. Calvary, J. Coutaz, J.M. Favre, ED MSTII, UJF, MENRT Monitorat, première inscription oct. 2005.

4. COLLABORATION ET VALORISATION

4.1 Principales relations scientifiques hors contrats

| Nom de l'Université ou de l'Institut | Nom du partenaire | Thème | Contexte de la collaboration |
|---|--|---|--|
| Univ. Glasgow (UK) | Equipe GIST (Glasgow Interactive System Group) | Interaction multimodale et mobilité | (a) L. Nigay. Visiteur scientifique (CRCT), 2001-2002. (b) E. Dubois, doctorant équipe IIHM, Post-Doc (2001-2002) dans l'équipe GIST |
| Univ. Manchester (UK) | Département de psychologie expérimentale | Interaction multimodale et mobilité | L. Nigay : Accueil du psychologue L. Watts (Juin-Sept. 2003), bourse europ. Leonardo |
| Université Catholique de Louvain La Neuve (B) | Belgian Laboratory of Computer Human Interaction (BCHI) | Plasticité des IHM | Jumelage d'étudiants (A. Demeure de l'équipe IIHM avec B. Collignon de BCHI) 2005-2006 J. Vanderdonckt, Professeur invité, avril-mai 2006 |
| Univ. Hanoi (VT) | MICA(International Research Centre Multimedia Information, Communication and Applications) | Plate-forme matérielle pour la plasticité des IHM | G. Calvary. Thèse de Nguyen V. Tung, co-tutelle Institut Polytechnique de Hanoï, co-encadrement avec E. Castelli (équipe GEOD) |

4.2 Contrats institutionnels

La liste des contrats institutionnels est fournie dans le tableau en annexe 4.

En synthèse : 14 contrats pour un montant total de 1,7 M€ répartis en :

- 9 contrats européens (70%)
- 2 contrats RNRT-RNTL (13%)
- 1 ACI, 4 CNRS (AS), 1 DGA (12%)
- 2 projets IMAG (5%)

4.3 Contrats (co)financés par un industriel

La liste des contrats à financement industriel est fournie dans le tableau en annexe 4.

En synthèse : 5 contrats pour un montant total de 209 K€ répartis comme suit :

- FT R&D (3 contrats, 67%)
- XRCE (1 contrat, 22%)
- Thalès (1 contrat, 11%)

4.4 Brevets et licences

Les brevets et licences sont présentés dans le tableau en annexe 5.

En synthèse : 1 boîte à outils pour le développement d'IHM post-WIMP.

5. PUBLICATIONS (01-05)

On trouvera en annexe 3 des indicateurs de production scientifique.

Articles dans des revues avec comité de lecture internationales et nationales (ACL)

Revues internationales

Année 2002

1. *Dubois E., Nigay, L. et Troccaz J. Assessing Continuity and Compatibility in Augmented Reality Systems, UAIS, International Journal on Universal Access in the Information Society, Special Issue on "Continuous Interaction in Future Computing Systems". Springer-Verlag, 2002 Vol. 4, pp. 263-273*

Année 2003

2. *Calvary G, Coutaz J, Thevenin D, Limbourg Q, Bouillon L et Vanderdonckt J. A Unifying Reference Framework for Multi-Target user interfaces. Interacting with Computers, Special Issue on Computer-Aided Design of User Interface, 15(3), Elsevier Publ., June 2003, pp. 289-308.*

3. Dubois E, Gray P et Nigay L. ASUR++: a design notation for mobile mixed systems, *Interacting with Computers*, Elsevier Publ., Volume 15, Issue 4, August 2003, pp.497-520.

Année 2005

4. Coutaz J., Crowley J., Dobson, S. et Garlan D. Context is Key. *Communications of the ACM*, ACM Publ., 48(3), March 2005, pp.49-53

Revues nationales

Année 2001

5. Cinquin P, Dubois E, Lavallée S, Nigay L et Troccaz J. Surgétique. De l'intérêt de la coopération entre médecin et machine au service du malade dans la réalisation de gestes médico-chirurgicaux. *Les Cahiers du Numérique-L'information médicale numérique*, Volume 2, N° 2, 2001, pp. 197-207.

Année 2002

6. Calvary G. Ingénierie de l'interaction homme-machine : rétrospective et perspectives, *Interaction homme-machine et recherche d'information*, *Traité des Sciences et Techniques de l'Information*, C. Paganelli Ed., Hermès, 2002, pp 19-63.
7. Chevallet J.-P et Nigay L. Les interfaces pour la recherche d'information. *Interaction homme-machine et recherche d'information*, *Traité des Sciences et Techniques de l'Information*, C. Paganelli Ed., Hermès, 2002, pp 65-102.
8. Coutaz J, Lachenal C, Bérard F et Barralon N. Quand les surfaces deviennent interactives, *Les cahiers du numérique*, Lavoisier, Vol. 3, Numéro 4-2002, pp.101-126

Année 2003

9. Dubois E, Nigay L et Troccaz J. Un Regard Unificateur sur la Réalité Augmentée : Classification et Principes de Conception. *Revue d'Interaction Homme-Machine*, RIHM, Europa Productions, Vol 4 No1, 2003, ISBN 1289-2963, pp. 85-118.
10. Thevenin D, Haue J.B et Calvary G. Cadre de conception pour la Plasticité des Interfaces : Démarche ingénierie, démarche centrée utilisateur, *Revue d'Interaction Homme-Machine*, Vol 4, n°1, pp 119-148, 2003

Année 2004

11. Calvary G, Demeure A, Coutaz J et Daassi O. Adaptation des Interfaces Homme-Machine à leur contexte d'usage. Plasticité des IHM. La présentation d'information sur mesure. *Revue d'Intelligence Artificielle (RIA)*, N° Special de RIA; Paris, C. et Colineau, N. (éditeurs invités). Vol. 18 (4) 2004, Septembre 2004, pp.577-606.
12. Guéraud V, Adam JM, Pernin JP, Calvary G et David JP. L'exploitation d'Objets Pédagogiques Interactifs à distance : le projet FORMID, *Revue des Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Éducation et la Formation (STICEF)*, Volume 11, 2004, ISSN : 1764-7223.

Année 2005

13. Calvary G, Daassi O, Coutaz J et Demeure A. Des Widgets aux Comets pour la Plasticité des Systèmes Interactifs. *Revue d'Interaction Homme-Machine*, Vol 6(1), 2005

Conférences invitées (INV)

Conférences d'audience internationale

Année 2001

1. Coutaz J. *Context Modelling in Ubiquitous Computing*, Dagstuhl Seminar on Ubiquitous Computing, International Conference and research Center for Computer Science, Schloss Dagstuhl, 9-14 sept. 2001.

Année 2002

2. Coutaz J. *Foundations for a theory of Contextors*. Third conference on Computer-Aided Design of User Interfaces, CADUI 2002, J. Vanderdonckt, C. Kolski Eds., Kluwer Academic Publ., 2002, pp. 13-32.

Année 2004

3. Nigay L. *Interaction modality and multimodality*. Human-Computer Interaction Day, THALES/TRT, Paris, Mars 2004.

Année 2005

4. Coutaz J. *Human Computer Interaction in Context*. Fourth International and Interdisciplinary Conference on Modeling and Using Context, Context05, Paris, juillet 2005.
5. Nigay L. *Human-computer interaction, interaction modality and multimodality*. eNTERFACE 05 on multimodal interfaces, Juillet 2005.

Conférences d'audience nationale

Année 2002

6. Coutaz J. *Quand la machine devient universelle : point de vue de l'Interaction Homme-Machine*. Séminaire de l'Association Aristote, école Polytechnique, 6 juin 2002.
7. Nigay L. *Réalité augmentée et nomade, application à l'archéologie*. Journée-Phare de l'ACI Cognitive (PRESCOT) Colloque Associé SITEF Toulouse, Octobre 2002.

Année 2004

8. Nigay L. *Grands espaces d'information : Techniques d'interaction*. Séminaire invité du GDR-I3, LIP6, Paris sur le thème de la visualisation, Mars 2004.

Année 2005

9. Nigay L., *Des interfaces graphiques à l'informatique pervasive*. Journées scientifiques de l'Institut Universitaire de France sur le thème "Les Interactions", mars 2005.
10. Nigay L., Bouchet J. *Interaction multimodale dans le cockpit d'un avion de combat*. 2ème Journée du Groupe Régional Rhône-Alpes de l'AAAF (Association Aéronautique et Astronautique de France), juillet 2005.

| |
|--|
| Communications avec actes internationales et nationales (ACT) |
|--|

Conférences d'audience internationale

Année 2001

1. Bérard F et Heidenberg C. *Bare-Hand Human-Computer Interaction*, PUI2001, Orlando, Oct. 2001.
2. Calvary G, Coutaz J et Thevenin D. *A Unifying Reference Framework for the Development of Plastic User Interfaces*. IFIP WG2.7 (13.2) Working Conference, EHCI01, Toronto, May 2001, Springer Verlag Publ., LNCS 2254, M. Reed Little, L. Nigay Eds, pp.173-192.
3. Calvary G, Coutaz J et Thevenin D. *Supporting Context Changes for Plastic User Interfaces: a Process and a Mechanism*, in Proc. HCI-IHM 2001, A. Blandford, J. Vanderdonckt, P. Gray Eds., BCS conference series, Springer Publ., pp. 349-363.

4. Calvet G, Nigay L, Rey G, Salembier P, Kahn J, Zouinar M, Briois J.-C., Pasqualetti L. Etude empirique de l'usage de la multimodalité avec un ordinateur de poche. Conférence IHM-HCI2001, Lille 10-14 sept., CEPADUES Publ., 2001, pp. 5-8.
5. Dubois E, Nigay L, Troccaz J, Carrat L et Chavanon O. A methodological tool for computer-assisted surgery interface design: its application to computer-assisted pericardial puncture. Conference Proceeding of the 9th annual Medicine Meets Virtual Reality Conference (MMVR'2001), J.D. Westwood Ed., IOS Press, 2001, pp.136-139.
6. Dubois E, Nigay L, Ribeiro D et Troccaz J. Etude empirique de la Continuité dans la Réalité Augmentée, Conférence IHM-HCI2001, Lille 10-14 sept., CEPADUES Publ., 2001, pp. 9-12.
7. Dubois E, Nigay L et Troccaz J. Consistency in Augmented Reality Systems, Proceedings of EHCI'01, IFIP WG2.7 (13.2) Working Conference, Toronto, May 2001, Lecture Notes in Computer Science (LNCS), Vol. 2254, M. Reed Little, L. Nigay Eds, Springer-Verlag Publ. 2001, pp. 117-130.
8. Nigay L, Renevier P, Marchand T, Salembier P et Pasqualetti L. La réalité cliquable : instrumentation d'une activité de coopération en situation de mobilité, Conférence nationale avec comité de lecture : Conférence IHM-HCI2001, Lille 10-14 sept., CEPADUES Publ., 2001, pp. 147-150.
9. Renevier P et Nigay L. Mobile Collaborative Augmented Reality: the Augmented Stroll Proceedings of EHCI'01, IFIP WG2.7 (13.2) Working Conference, Toronto, May 2001, Lecture Notes in Computer Science (LNCS), Vol. 2254, M. Reed Little, L. Nigay Eds, Springer-Verlag Publ., 2001, pp. 315-334.

Année 2002

10. Cakmakci O, Coutaz J, Van Laerhoven K et Gellersen H. Context awareness in Systems with Limited Resources. Artificial Intelligence in Mobile Systems, (AIMS 02), Lyon, France.
11. Calvary G, Coutaz J, Thevenin D, Limbourg Q, Souchon N, Bouillon L et Vanderdonckt J. Plasticity of User Interfaces: A Revised Reference Framework, First International Workshop on Task Models and Diagrams for User Interface Design TAMODIA'2002, Bucarest, 18-19 July 2002, pp 127-134
12. Calvary G et Coutaz J. CatchIt, a Development Environment for Transparent Usability Testing, First International Workshop on Task Models and Diagrams for User Interface Design TAMODIA'2002, Bucarest, 18-19 July 2002, pp 151-160.
13. Coutaz J et Rey G. Foundations for a theory of Contextors. Proc. Of Computer-Aided Design of User Interfaces III, J. Vanderdonckt, C. Kolski Eds., Kluwer Academic Publ., 2002, pp. 13-32.
14. Crowley J, Coutaz J, Rey G et Reignier P. Perceptual Components for Context-Aware Computing, UbiComp 2002:Ubiquitous Computing, 4th International Conference, Göteborg, Sweden, Sept./Oct. 2002, G. Borriello, L.E. Holmquist Eds., LNCS, Springer Publ., pp. 117-134.
15. Daassi C, Fauvet M-C et Nigay L. Visual Mining: Multiple Representation of Temporal Data, Proceedings of the 13th International Conference on Database and Expert Systems Applications - DEXA 2002, Aix en Provence, France, Lecture Notes in Computer Science 2453 Springer 2002, ISBN 3-540-44126-32002, pp. 701-709.
16. Dubois E, Gray P et Nigay L. ASUR++: a Design Notation for Mobile Mixed Systems, Proceedings of Mobile HCI, Pisa, September 2002, Lecture Notes in Computer Science (LNCS), Vol. 2411, Springer-Verlag Publ., pp. 123-139.
17. Dubois E, Pinheiro da Silva P et Gray P. Notational Support for the Design of Augmented Reality Systems, DSV-IS 02, Springer-Verlag, pp. 136-150

18. Laurillau Y et Nigay L. *The Clover Architecture for Groupware*, Conference Proceedings of CSCW'02, New Orleans, USA, November 2002, ACM Publ., ISBN:1-58113-560-2, pp. 236 – 245.
19. Nigay L, Salembier P, Marchand T, Renévier P et Pasqualetti L. *Mobile and Collaborative Augmented Reality: A Scenario based design approach*, Proceedings of Mobile HCI, Pisa, September 2002, Lecture Notes in Computer Science (LNCS), Vol. 2411, Springer-Verlag Publ., pp. 123-139.

Année 2003

20. Coutaz J, Lachenal C et Dupuy-Chessa S. *Ontology for Multi-surface Interaction*. Proc. Interact 2003, M. Rauterberg et al. Eds, IOS Press Publ., IFIP, 2003, pp.447-454.
21. Daudé S et Nigay L. *Design process for auditory interfaces*, Conference Proceedings of the 9th International Conference on Auditory Display, Boston, USA, July 2003, Boston University Publications, pp.176-179.
22. Lachenal C et Coutaz J. *A Reference Framework For Multi-Surface Interaction*. In Proc. HCI International, Crète, June 2003, pp. 424-428.
23. Laurillau Y et Nigay L. *CoVitesse: A groupware for collaborative navigation on the WWW*, Conference Proceedings of HCI International 03, Theory and Practice (Part II), Volume 2, Edited by Constantine Stephanidis Julie Jacko, LEA Lawrence Erlbaum Associates, Crete, June 2003, pp. 954-958.
24. Nigay L, Dubois E, Renévier P, Pasqualetti L et Troccaz J. *Mixed Systems: Combining physical and digital worlds*, Conference Proceedings of HCI International 03, Theory and Practice (Part I), Volume 1, Edited by Julie Jacko, Constantine Stephanidis, LEA Lawrence Erlbaum Associates, Crete, June 2003, pp.1203-1207.

Année 2004

25. Balme L, Demeure A, Barralon N, Coutaz J et Calvary G. *CAMELEON-RT: a Software Architecture Reference Model for Distributed, Migratable, and Plastic User Interfaces*, second European Symposium on Ambient Intelligence, EUSAI 04, EUSAI 2004, LNCS 3295, Markopoulos et al. pp. 291-302.
26. Bouchet J et Nigay L. *ICARE : A Component-Based Approach for the Design and Development of Multimodal Interfaces*. Extended Abstracts of CHI'04, Vienna, Austria, April 2004, ACM Press, pp. 1325-1328
27. Bouchet J, Nigay L et Ganille T. *ICARE software components for rapidly developing multimodal interfaces*, Proceedings of ICMI'2004, the Sixth International Conference on Multimodal Interfaces, Pennsylvania, USA, Octobre 2004, ACM Press, pp. 251-258.
28. Calvary G, Coutaz J, Daassi O, Balme L et Demeure A. *Towards a new generation of widgets for supporting software plasticity: the "comet"*, Join EHCI-DS-VIS (Engineering HCI, Design, Specification and Verification of Interactive Systems), Bastide, R., Palanque, P., Roth, J. (Eds), Lecture Notes in Computer Science 3425, Springer, ISSN 0302-9743, Hamburg, Germany, July 11-13, 2004, pp 306-323 Hamburg, July 2004.
29. Daassi C, Nigay L et Fauvet M-C. *Visualization process of Temporal Data*, Proceedings of DEXA'2004, Zaragoza, Espagne, Août-Sept. 2004, LNCS 3180, Springer, pp. 914-924.
30. Daudé S et Nigay L. *A Tool for Designing Sonifications of Background Monitored Information Sources*, DVD Proceedings of the 2nd Sound Design International Symposium, Centre Pompidou, Paris, october 13-15, 2004.
31. Ledru Y, Dupuy-Chessa S et Hind F. *Towards computer-aided design of OCL constraints*, Ninth CAiSE/IFIP8.1/EUNO International Workshop on Evaluation of

Modeling Methods in Systems Analysis and Design (EMMSAD'04), Latvia, June 2004, pp. 329-338.

32. Letessier J et Bérard F. *Visual Tracking of Bare Fingers for Interactive Surfaces*, Proc. UIST 2004, Tech. Notes, ACM Publ., 2004, pp. 119-122.
33. Nigay L. *Design space for multimodal interaction*, Proceedings of IFIP Congress'2004, Toulouse, France, Août 2004, Kluwer Academic Publishers. Pp. 403-408
34. Renavier P, Nigay L, Bouchet J et Pasqualetti L. *Generic Interaction Techniques for Mobile Collaborative Mixed Systems*, ACM Joint conf. IUI-CADUI 2004, Intelligent User Interfaces- Computer-Aided Design of User Interfaces IV, ACM, 2004, 14 pages.307-320.

Année 2005

35. Bastide R, Nigay L, Bazalgette D, Bellik. Y et Nouvel C. *The INTUITION design process: Structuring Military Multimodal Interactive Cockpits Design According to the MVC Design Pattern*. Proceedings of HCI International 2005, the 11th International Conference on Human-Computer Interaction, Las Vegas, Nevada, USA, July 2005. Lawrence Erlbaum Associates.
36. Bouchet J, Nigay L et Ganille T. *The ICARE Component-Based Approach for Multimodal Input Interaction: Application to real-time military aircraft cockpits* Proceedings of HCI International 2005, the 11th International Conference on Human-Computer Interaction, Las Vegas, Nevada, USA, July 2005. Lawrence Erlbaum Associates.
37. Cacmacki O et Bérard F. *Back to Paper: A Technique for Browsing Multimedia Information by Pointing on Handwritten Notes*, Pervasive 2005.
38. Demeure A, Calvary G, Sottet JS et Vanderdonckt J. *A Reference Model for Distributed User Interfaces*. 4th International Workshop on TAsk MODels and DIAGrams for user interface design TAMODIA 2005, Sept. 2005.
39. Dupuy-Chessa S, du Bousquet L, Bouchet J et Ledru Y. *Test of the ICARE platform fusion mechanism*. 12th international workshop on Design, Specification and Verification of Interactive Systems (DSV-IS), LNCS Springer, 2005.
40. Madani L, Nigay L et Parissis I. *Testing the CARE Properties of Multimodal Applications by Means of a Synchronous Approach*. Conference Proceedings of SE 2005, IASTED International Conference on Software Engineering, Innsbruck, Austria, february 17-19 2005, ACTA Press, ISBN 0-88986-464-0, pp. 181-186.
41. Mansoux B, Nigay L, Serrano M, Troccaz J et Bouchet J. *Output Multimodal Interaction: the case of multiple screens for Augmented Surgery*. 2nd Joint Workshop on Multimodal Interaction and Related Machine Learning Algorithms, MLMI, Edinburgh, July 2005.
42. Mansoux B, Nigay L et Troccaz J. *The Mini-Screen : an Innovative Device for Computer Assisted Surgery Systems*. *Medecine Meets Virtual Reality 13*, IOS Press.
43. Mansoux B, Nigay L et Troccaz J. *Interaction between a Surgeon and a Computer Assisted Surgery System : an Interactive Design Space*. *Surgetica* 2005, Jan. 2005.
44. Metze F, Gieselmann P, Holzappel H, Kluge T, Rogina I, Waibel A, Wölfel M, Crowley J, Reignier P, Vaufreydaz D, Bérard F, Cohen B, Coutaz J, Arranz V, Bertran M and Rodriguez H. *The FAME Interactive Space*. 2nd Joint Workshop on Multimodal Interaction and Related Machine Learning Algorithms, MLMI, Edinburgh, July 2005.

Conférences d'audience nationale

Année 2002

1. Calvary G et Coutaz J. *Plasticité des Interfaces : Une nécessité*. Actes des 2èmes Assises nationales du GdR I3 (Information, Interaction, Intelligence), J. Lemaître Eds., Cépaduès Publ., Nancy, Décembre 2002, pp. 247-262.
2. Canals G, Nigay L et Pucheral P. *Accès aux données et interaction Homme-Machine*. Actes des 2èmes Assises nationales du GdR I3 (Information, Interaction, Intelligence), J. Lemaître Eds., Cépaduès Publ., Nancy, Décembre 2002, pp. 119-139.
3. Daudé S et Nigay L. *Processus et paramètres de conception de la sonification*, Actes IHM02, Poitiers 26-29 nov., ACM Press, 2002, pp. 255-258.
4. Demeure A et Calvary G. *Jeu et réalité mixte : retours d'expérience*, Actes IHM02, Poitiers 26-29 nov., ACM Press, 2002, pp. 89-96.
5. Laurillau L et Nigay L. *Le modèle d'architecture Clover pour les collecticiels*, Actes IHM02, Poitiers 26-29 nov., ACM Press, 2002, pp. 113-120.
6. Nigay L et Gray P. *Architecture logicielle conceptuelle pour la capture de contexte*, Actes IHM02, Poitiers 26-29 nov., ACM Press, 2002, pp. 211-214.
7. Rey G et Coutaz J. *Le contexteur : une abstraction logicielle pour la réalisation de systèmes interactifs sensibles au contexte*, Actes IHM02, Poitiers 26-29 nov., ACM Press, 2002, pp. 105-112.
8. Thevenin D et Coutaz J. *Adaptation des IHM : Taxonomies et architecture logicielle*, Actes IHM02, Poitiers 26-29 nov., ACM Press, 2002, pp. 207-210.

Année 2003

9. Daassi O, Calvary G, Coutaz J et Demeure A. *Comet : Une nouvelle génération de « Widget » pour la Plasticité des Interfaces*, Actes de la 15ème conférence francophone sur l'Interaction Homme-Machine, IHM 2003, Caen, France, Novembre 2003, ACM Press, pp. 64-71.
10. Demeure A et Calvary G. *Le Modèle d'Evolution en Plasticité des Interfaces : Apport des Graphes Conceptuels*, Actes de la 15ème conférence francophone sur l'Interaction Homme-Machine, IHM 2003, Caen, France, Novembre 2003, ACM Press, pp 80-87.
11. Lachenal C et Coutaz J. *IntrosPAC : un outil pour enseigner et comprendre PAC-Amodeus*. Actes de la 15ème conférence francophone sur l'Interaction Homme-Machine IHM2003, Caen, ACM Press, Novembre 2003, 23-28 nov. 2003, pp. 212-215.
12. Ledru Y et Dupuy-Chessa S. *Expressing dynamic properties of static diagrams in Z*, in *Proc. Approches Formelles Pour le Développement des Logiciels - AFADL'2003*, January 2003, pp. 19-33.

Année 2004

13. Barralon N, Lachenal C et Coutaz J. *Couplage de ressources d'interaction*, Actes IHM 2004, August 30th - September 3th 2004, ACM Press, 2004, pp. 13-20.
14. Bouchet J et Nigay L. *ICARE: Approche à composants pour l'interaction multimodale*. *Premières Journées Francophones : Mobilité et Ubiquité 2004*, Nice Sophia-Antipolis, France, Juin 2004, ACM Press, pp. 36-43.
15. Daassi C, Nigay L et Fauvet M-C. *Composant logiciel vs physique pour interagir avec un espace de valeurs temporelles*. *Conférence IHM 2004*, Namur 1-3 sept., ACM Press, 2004, pp. 53-60.
16. Daudé S et Nigay L. *Objets physiques pour manipuler des sources sonores - Phicon + Earcon = Phearcon*, Actes des Premières Journées Francophones Mobilité et Ubiquité 2004, Nice Sophia-Antipolis, France, Cépaduès-Editions ISBN: 2-85428-653-7, G. Canals, A. Giboin, L. Nigay, A-M. Pinna J-Y. Tigli, 2004, pp. 166-173.

17. Demeure A, Rouillard S, Bérard F et Calvary G. *Requis et pistes pour les futures boîtes à outils d'interaction graphique. Actes de la conférence IHM 2004*, pp. 211-214.
18. Dubois E, Mansoux B et Bach C. *Un modèle préliminaire du domaine des systèmes mixtes*, IHM 04, ACM Press, September 2004, pp. 61-68.
19. Renevier P et Nigay L. *Notation de Conception pour les Systèmes Mixtes Collaboratifs et Mobiles. Premières Journées Francophones : Mobilité et Ubiquité 2004*, Nice Sophia-Antipolis, France, Juin 2004, ACM Press, pp. 66-73.
20. Rey, G. et Coutaz, J. *Le Contexteur : Capture et distribution dynamique d'information contextuelle*, Actes des Premières Journées Francophones Mobilité et Ubiquité, Cépaduès-Editions ISBN: 2-85428-653-7 et ACM Publication, Eds G. Canals, A. Giboin, L. Nigay, A-M. Pinna J-Y. Tigli. 2004, pp. 131 à 138.

Année 2005

21. Bailly G, Nigay L et Auber D. *2M : un Espace de Conception pour l'Interaction Bi-Manuelle. Actes des Deuxièmes Journées Francophones : Mobilité et Ubiquité 2005*, Grenoble, France, 31mai-3 juin 2005, ACM Press.
22. Barralon N, Nguyen V.T et Rey G. *Techniques de couplage de ressources d'interaction : Ambient-Desktop comme illustration. Deuxièmes Journées Francophones : Mobilité et Ubiquité 2005*, Grenoble, France, 31mai-3 juin 2005, ACM Press.
23. Coutrix C, Nigay L et Renevier P. *Modèle d'Interaction Mixte : la Réalité Mixte à la Lumière des Modalités d'Interaction. Actes des Deuxièmes Journées Francophones : Mobilité et Ubiquité 2005*, Grenoble, France, 31mai-3 juin 2005, ACM Press.
24. Dupuy-Chessa S et Dubois E. *Requirements and Impacts of Model Driven Engineering on Mixed Systems Design*, 1ères journées sur l'Ingénierie Dirigée par les Modèles (IDM'2005), Sébastien Gérard, Jean-Marie Favre, Pierre-Alain Muller, Xavier Blanc, Editors Paris, June 2005, ISBN 2-7261-1284-6, Paris, France, Juin 2005, pp 43-54.
25. Sottet JS., Calvary G. et Favre JM. *Ingénierie de l'Interaction Homme-Machine dirigée par les modèles. 1ères journées sur l'Ingénierie Dirigée par les Modèles (IDM'2005)*, Sébastien Gérard, Jean-Marie Favre, Pierre-Alain Muller, Xavier Blanc, Editors Paris, June 2005, ISBN 2-7261-1284-6, Paris, France, Juin 2005, pp 67-82.

| |
|--|
| Communications sans actes (COM) |
|--|

Workshops internationaux avec comité de sélection

Année 2001

1. Calvary, G., Coutaz, J., Thevenin, D. and Rey G. *Context and Continuity for plastic User Interfaces. TACIT workshop on Continuity in Future Computing Systems, 13 Spring Conference, Porto, April 2001.*
2. Nigay, L., Dubois, E. and Troccaz, J. *Compatibility and Continuity in Augmented Reality Systems, TACIT workshop on Continuity in Future Computing Systems, 13 Spring Conference, Porto, April 2001.*
3. Thevenin, D., Calvary, G., Coutaz J. *A Development Process for Plastic User Interfaces. CHI'01 workshop on Transforming the UI for Anyone Anywhere, Seattle, 2001.*

Année 2002

4. Nigay, L. and Vernier, F. *Design method of visualization techniques, International Workshop on Data Visualization, Montpellier, France, 9-11 January 2002.*

5. Rey, G., Coutaz, J. and Crowley, J. *The Contextor: a computational Model for Contextual Information*, Workshop at the UBICOMP 2002 conf, also at Workshop Building Bridges Interdisciplinary Context-Sensitive Computing, Glasgow, 2002.

Année 2003

6. Arregui, D., Dupuy-Chessa, S., Muelhenbrock M., and Willamoski, J. *Infrastructure Support for Contextual Applications - An Experience Report*", Proc. to the CAISE'03 workshop UMICS 2003, Ubiquitous Mobile Information and Collaboration Systems", Klagenfurt/Velden, Austria, June 2003.
7. Bérard, F. *The Magic Table: Computer-Vision Based Augmentation of a Whiteboard for Creative Meetings*, in IEEE workshop on Projector-Camera Systems (PROCAM), CD-ROM proceedings of the International Conference on Computer Vision (ICCV), Nice, France, Oct. 2003
8. Coutaz, J., Balme, L., Lachenal, C. and Barralon, N. *Software Infrastructure for Distributed Migratable User Interfaces. Workshop At the Crossroads: The Interaction of HCI and Systems Issues in UbiComp*, UbiComp 2003, Seattle, 12-16 Oct. 2003.

Année 2004

9. Mansoux, B., Nigay, L. and Troccez, J. *Abstract and Concrete Interaction with Mixed Reality Systems. International Workshop on Exploring the Design and Engineering of Mixed Reality*, Funchal, Portugal, January 2004.
10. Renevier, P., Nigay, L., Bouchet, J., and Pasqualetti, L. *Mobile Collaborative Mixed Systems. International Workshop on Exploring the Design and Engineering of Mixed Reality*, Funchal, Portugal, January 2004.
11. Rey, G. and Coutaz, J. *The Contextor Infrastructure for Context-Aware Computing. Workshop on Component-oriented approach to context-aware systems, ECOOP*, Oslo, June 14-18, 2004.

Année 2005

12. Balme, L., Demeure, A., Calvary, G., Coutaz, J. *Sedan-Bouillon: A Plastic Web Site, International Workshop on Plastic Services for Mobile Devices (PSMD), Workshop held in conjunction with Interact'05, Rome, 12 Septembre 2005.*
13. Bouchet, J., and Nigay, L. *A Component-Based Approach: ICARE. Workshop on The Future of User Interface Design Tools, Conference CHI'2005, Portland, April 2005.*
14. Demeure, A., Balme, L., Calvary, G., Coutaz, J. *CamNote: A Plastic Slides Viewer, International Workshop on Plastic Services for Mobile Devices (PSMD), Workshop held in conjunction with Interact'05, Rome, 12 Septembre 2005*
15. Demeure, A., Calvary, G., and Sottet, J.S. *A Model-Driven Home Heating Control System, International Workshop on Plastic Services for Mobile Devices (PSMD), Workshop held in conjunction with Interact'05, Rome, 12 Septembre 2005.*
16. Mansoux, B. and Nigay, L. *Distributed Display Environments in Computer-Assisted Surgery systems. Workshop on Distributed Display Environments, Conference CHI'2005, Portland, April 2005.*
17. Sottet, J.S., Calvary, G. and Favre, J.M. *Towards Model-Driven Engineering of Plastic User Interfaces, Workshop on Model Driven Development of Advanced User Interfaces (MDDAUI'05) held in conjunction with the ACM/IEEE 8th International Conference on Model Driven Engineering Languages and Systems (MoDELS'05), October 2005, Half Moon Resort, Montego Bay, Jamaica.*

Ouvrages scientifiques (ou chapitres) (OS)

Année 2001

1. Coutaz J. *Architectural Design for User Interfaces; The Encyclopedia of Software Engineering*, J. Marciniak Ed., Wiley & Sons Publ., seconde édition, 2001.
2. Coutaz J et Nigay L. *Chapitre 7 : Architecture logicielle conceptuelle des systèmes interactifs*. 38 pages, *Analyse et Conception de l'Interaction Homme-Machine dans les systèmes d'information*, Kolski Ed., Hermes Publ., 2001, pp.207-246.

Année 2002

3. Nigay L, Renevier P, Pasqualetti L, Salembier P et Marchand T. *Chapitre 19 : Réalité Augmentée en Situation Mobile et Collaborative*. Dans *Objets Communicants*, Hermes Science, 2002, , ISBN 2-7462-0475-4, pp 267-274.
4. Zouinar M, Salembier P, Pasqualetti L, Nigay L, Calvet G, Kahn J et Rey G. *Chapitre 4 : Interaction Multimodale sur des artefacts mobiles*. Dans *Objets Communicants*, Hermes Science, 2002, ISBN 2-7462-0475-4, pp 63-73.

Année 2003

5. Nigay L, Renevier P, Pasqualetti L, Salembier P et Marchand T. *Part 4 Evolution of Smart Devices : Chapter 19. Mobile and Collaborative Augmented Reality*. Dans *Communicating with smart objects-developing technology for usable pervasive computing systems*, Hermes Penton Science/Kogan Page Science, 2003, ISBN 1-9039-9636-8
6. Thevenin D, Coutaz J et Calvary G. *A Reference Framework for the Development of Plastic User Interfaces*. In *Multi-Device and Multi-Context User Interfaces: Engineering and Applications Frameworks*. Wiley Publ., H. Javahery Eds., 2003.
7. Zouinar M, Salembier P, Pasqualetti L, Nigay L, Calvet G, Kahn J et Rey G. *Part 1 Interaction : Chapter 4. Multimodal Interaction on Mobile Artefacts*. Dans *Communicating with smart objects-developing technology for usable pervasive computing systems*, Hermes Penton Science/Kogan Page Science, 2003, ISBN 1-9039-9636-8.

Directions d'ouvrages (DO)

Edition d'actes de colloques, de n° spéciaux de revues

Année 2001

1. Little, R. and Nigay, L. *Engineering for Human-Computer Interaction, Eighth IFIP Conference on Engineering for Human Computer Interaction (EHCI'01) Lecture Notes in Computer Science (LNCS), Vol. 2254*, Springer-Verlag, 2001, 379 pages.

Année 2003

2. Cockton, G., Korhonen, P., Bergman, E., Björk, S., Collings, P., Dey, A., Draper, S., Gulliksen, J., Keinonen, T., Lazar, J., Lund, A., Molich, R., Nakakoji, K., Nigay, L., Oliveira Prates, L., Rieman J., and Snyder, C. *CHI 2003 Extended Abstracts CD-ROM ACM Press: New York, ISBN: 1-58113-637-4*, 2003.

Année 2004

3. Canals, G., Giboin, A., Nigay, L., Pinna A.M. and Tigli, J.Y. *Mobilité et Ubiquité 2004, Actes des Premières Journées Francophones Cépaduès-Editions ISBN: 2-85428-653-7*, 2004. ACM Press ISBN 1-58113-915-2.

4. Coutaz J et Lecomte S. Actes des Deuxièmes Journées Francophones : Mobilité et Ubiquité 2005, Grenoble, France, 31mai-3 juin 2005, ACM Press ISBN 1-58113-915-2.

Thèses et habilitations

Année 2001

1. NIGAY Laurence. *Modalité d'Interaction et Multimodalité. HDR, UJF, Décembre 2001.*
2. THEVENIN David. *L'adaptation en Interaction Homme-Machine : le cas de la plasticité. Dir. J. Coutaz, ED MSTII, UJF, Alloc. MENRT, Décembre 2001.*

Année 2002

3. LAURILLAU Yann. *Conception et réalisation logicielles pour les collecticiels centrées sur l'activité de groupe : le modèle et la plate-forme Clover. Dir. L. Nigay, ED MSTII, UJF, BDI-CNRS Monitorat, Septembre 2002.*

Année 2003

4. DAASSI Chaouki. *Techniques d'interaction avec un espace de données temporelles. Dir. L. Nigay et M.-C. Fauvet, ED MSTII, UJF, Bourse Ministère des affaires étrangères, Juillet 2003.*

Année 2004

5. LACHENAL Christophe. *Modèle et infrastructure logicielle pour l'interaction multi-surface multi-instrument. Dir. J. Coutaz, ED MSTII, UJF, Alloc. MENRT Monitorat, Décembre 2004.*
6. RENEVIER Philippe. *Systèmes mixtes collaboratifs sur supports mobiles : conception et réalisation. Dir. L. Nigay, ED MSTII, UJF, BDI-CNRS Monitorat, Juin 2004.*

Année 2005

7. REY Gaëtan. *Le Contexte en Interaction Homme-Machine ; le Contexteur. Dir. J. Coutaz, ED MSTII, UJF, Alloc. MENRT Monitorat, Août 2005.*

6. PRINCIPALES RESPONSABILITES SCIENTIFIQUES ET ADMINISTRATIVES

Conférences internationales

- IFIP-EHCI 2001 : L. Nigay, Editeur des actes, Canada.
- AFIHM-IHM-HCI 2001 : L. Nigay, co-responsable des rencontres doctorales
- ACM-CHI 2003 : L. Nigay, demonstration co-chair, USA.
- BSC-HCI 2003 : L. Nigay, Tutorial chair, UK.
- ACM-IUI-CADUI 2004 : L. Nigay, demonstration co-chair, Portugal.
- IFIP Congress 2004 : L. Nigay, responsable d'un topical day Multimodality, France.
- UBICOMP 2002, 2003, CONTEXT 2005, ECSCW 2005, EUSAI 2004, EUSAI 2005, Mobile HCI 2003, Mobile HCI 2004, ICMI 2003, ICMI 2004, ICMI 2005 : J. Coutaz, membre du comité de programme.
- TAMODIA 2002, TAMODIA 2005, IUI-CADUI 2004, PSMD 2005 : G. Calvary, membre du comité de programme.
- Organisation de workshops : Plastic Services for Mobile Devices (G. Calvary, sept. 2005, Interact 2005).

Conférences nationales

- AFIHM-IHM 2002 : L. Nigay, co-responsable des articles courts
- AFIHM-IHM 2003 : G. Calvary, co-responsable des communications informelles
- AFIHM-IHM 2004 : L. Nigay, co-présidente de la conférence
- AFIHM-IHM 2005 : J. Coutaz, co-responsable des articles longs
- UBIMOB 2004 : L. Nigay, création et co-présidente de la conférence
- UBIMOB 2005 : J. Coutaz co-présidente de la conférence

Activités éditoriales

- ACM TOCHI : J. Coutaz membre du comité éditorial (1999-2003)
- Elsevier Interacting With Computer : J. Coutaz membre du comité éditorial depuis 2003.
- Signal Processing (Elsevier) : L. Nigay Co-editor in chief of a special issue on multimodal interaction, 2005.
- RIHM (Europa) : L. Nigay, co-editeur d'un numéro spécial suite à la conférence IHM'2004 : J. Coutaz, membre du comité éditorial depuis sa création.
- RIA : Revue d'Intelligence Artificielle (Édition Hermes) – Numéro spécial sur la présentation d'information « sur mesure » incluant les documents virtuels personnalisés ainsi que les interfaces adaptatives : G. Calvary, membre du comité éditorial (2003).

Responsabilités de formation

- De 1996 à 2001 inclus : L. Nigay, responsable de l'option IHM du DESS GI.
- Jusqu'en 2003 : J. Coutaz, responsable du parcours IHM du master recherche.
- Depuis 2003 : G. Calvary, responsable de l'IUP MIAG3.
- Projet Grenoble Campus Ouvert (GreCO) : J. Coutaz, responsable du projet de portail des Universités de Grenoble jusqu'en 2002, étude qui a servi au portail de la Région Rhône-Alpes.
- Ecole Jeunes Chercheurs : L. Nigay, organisation d'une école sur la Visualisation et Interaction, 3 jours, septembre 2004, Bordeaux/ Cap-Ferret.
- Rencontres Jeunes Chercheurs en IHM : G. Calvary, co-responsable, oct. 2004, Lacanau.

Responsabilités scientifiques

- Expertise auprès de la Commission Européenne : J. Coutaz, expert pour le 6^{ème} PCRD, strategic programme multimodal user interfaces ; Evalueur du projet AMIGO, 6^{ème} PCRD.
- EPSRC (Engineering & Physical Science Research Council) : J. Coutaz, évaluateur.
- Groupe IFIP WG 2.,7 "User Interface Engineering" : L. Nigay (1998-2004) vice-chair, G. Calvary, J. Coutaz, membres.
- ACM SIGCHI (Special Interest Group of Computer Human Interaction), société savante de l'ACM sur l'Interaction Homme Machine : J. Coutaz, "Distinguished Advisor" (2000-2003).
- Comité de direction du GDR-I3 : L. Nigay membre depuis 1998.
- GT Multimodalité du GDR-I3 : L. Nigay, co-responsable (1995-2002).
- GT Mobilité et Ubiquité du GDR-I3 : L. Nigay, création et co-responsable depuis 2002.
- GT CESAME du GDR-I3 : G. Calvary, création et co-responsable depuis 2004.
- GT Modèles Formels pour l'Interactin : G. Calvary, membre depuis juillet 2003
- RTP 32 STIC-CNRS : L. Nigay, membre du bureau (2002-2004).
- RTP 16 STIC-CNRS : J. Coutaz co-responsable depuis sa création en 2002.
- AS Plasticité des systèmes interactifs : G. Calvary co-responsable (2003-2004).
- AS Méthodes et outils des systèmes mixtes : S. Dupuy-Chessa, L. Nigay, membres.
- AS Interculturalité, usages et conception des NTIC : L. Nigay, membre

- Groupe de réflexion Ethique Inter-Universitaire de Grenoble : G. Calvary, J. Coutaz membres (2003-2005).

Responsabilités administratives

- TICE (Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Education) : J. Coutaz, chargée de mission (1997-2003), adjointe au Président de l'UJF pour les TICE (2000-2003).
- Comité de Coordination des STIC : J. Coutaz, membre depuis 2002.
- Comité d'orientation du RNTL : J. Coutaz, membre depuis 1999.
- Comité d'Evaluation des projets RNTL : L. Nigay, membre depuis 2003.
- Comité National des Universités (CNU) 27 : L. Nigay, membre (1999-2003).
- Jury d'admissibilité des CR2 INRIA-Futurs 2004 : L. Nigay, membre.
- CPMS (commission des programmes et manifestations scientifiques) de l'AFIHM (Association Francophone de l'IHM) : J. Coutaz, membre.
- AFIHM : L. Nigay, puis G. Calvary, membres du bureau.
- Commission scientifique de l'IMAG : J. Coutaz, membre.

7. PERSPECTIVES DE RECHERCHE 06-10

Les perspectives de recherche de l'équipe IHHM prolongent les activités de ses thèmes actuels en s'inscrivant dans les enjeux du projet scientifique du laboratoire LIG :

- 1) Les outils conceptuels (modèles et méthodes), de même que les outils techniques (bibliothèques, infrastructures et ateliers de développement) seront étendus avec l'exploration de la multimodalité et de la plasticité des Interfaces Homme-Machine, et la création de nouvelles modalités d'interaction.
- 2) En multimodalité, trois directions seront explorées : (a) la composition de modalités passives et actives : les informations captées par l'environnement perceptif – modalités passives – pourront se combiner aux actions explicites de l'utilisateur – modalité active ; (b) l'appariement de modalités permettant la continuité de l'interaction dans les situations de collaboration multi-utilisateurs et/ou la substitution dynamique de modalités ; (c) l'identification de patrons ergonomiques multimodaux intégrables dans les ateliers de conception d'IHM multimodales.
- 3) L'étude de la plasticité sera étendue selon deux axes : le nombre et la diversité des ressources d'interaction simultanément disponibles (passage à l'échelle), l'exploitation de la multimodalité et de styles d'interaction non conventionnels, la fusion/fission dynamique d'IHM en conformité avec la construction dynamique de services applicatifs. Amélioration, en conséquence, des méta-modèles, langages et transformations de modèles d'IHM à différents niveaux d'abstraction.
- 4) Invention de nouvelles techniques d'interaction pour (a) interagir en multi-échelles (en grand – surfaces murales, et en petit – effets personnels), pour (b) exprimer l'évolution des changements de forme (inventer des IHM de transition – sorte de morphing), et pour (c) configurer et contrôler l'espace interactif (inventer une méta-IHM, métaphore pour espace interactif ambiant, conciliant autonomie et contrôle de l'utilisateur).

Ces perspectives de recherche s'appuieront sur les collaborations en cours avec les équipes PRIMA (perception artificielle, modalités passives et interaction implicite, modélisation du contexte d'interaction), ADELE (approche MDE), VASCO (formalisation et test des IHM), SIGMA (méthodes de développement), MAGMA (planification multi-agents sous hypothèses). Les recherches en plasticité trouvent également des points d'ancrage forts avec les équipes SARDES (composants réflexifs et intergiciels) et DRAKKAR (réseaux ambiants et découverte de ressources d'interaction - terminaux).

Plate-forme LIG : L'équipe IIHM dispose sur le campus d'une salle augmentée (table et tableau magiques) appelé *playground*. Adossé à une infrastructure réseau (LAN, Wifi), le *playground* pourra servir de lieu d'expérimentation sur les espaces interactifs dynamiques reconfigurables, par connexion notamment avec la salle de l'équipe PRIMA située à Montbonnot.

Annexe 1 - liste détaillée des membres de l'équipe

| NOM Prénom | Section | Etab. | Grade | %Recherche | Quot. |
|-------------------------------|----------------|--------------|----------------|-------------------|--------------|
| Enseignants-chercheurs | | | | | |
| COUTAZ Joëlle | 27 | UJF | PRCE | 100% | 1 |
| BERARD François | 27 | INPG | MCF | 100% | 1 |
| CALVARY Gaëlle | 27 | UJF | MCF | 100% | 1 |
| DUPUY-CHESSA Sophie | 27 | UPMF | MCF | 100% | 1 |
| NIGAY Laurence | 27 | UJF | PR, membre IUF | 100% | 1 |

| LISTE DES DOCTORANTS AU 01/09/2005 | | | |
|---|--------------|---------------------|--------------------------|
| NOM Prénom | Etab. | Financement | Partenaire |
| BAILLY Gilles | UJF | Alloc. MENRT | ENST-Paris E. Lecolinet |
| BALME Lionel | UJF | Alloc. MENRT | |
| BARRALON Nicolas | UJF | Alloc. MENRT | |
| BOUCHET Jullien | UJF | Alloc. DGA | |
| COUTRIX Céline | UJF | Alloc. MENRT | |
| DAASSI Olfa | UJF | ATER Univ. Tunis | |
| DEMEURE Alexandre | UJF | Alloc. MENRT | |
| GANNEAU Vincent | UJF | Bourse FT R&D | FT R&D Lannion |
| HORCHANI Meriam | UJF | Bourse FT R&D | FT R&D Lannion |
| LETESSIER Julien | INPG | Bourse INRIA | Equipe PRIMA (GRAVIR) |
| MANSOUX Benoît | UJF | Contrat UJF | Equipe GMCAO (TIMC) |
| NGUYEN Viet Tung | INPG | ETR | Co-tutelle Univ.Hanoi |
| ROUILLARD Sylvie | INPG | Alloc. MENRT | |
| SOTTET Jean-Sébastien | UJF | Alloc. MENRT | Equipe ADELE (LSR) |

Annexe 2

Liste des thèses soutenues (du 01/10/2001 au 01/10/2005)

| Nom Prénom | Directeur(s) de thèse | Date de soutenance (1) | Référence des publications et des brevets (2) | Mode de financement (3) | Etablissement d'inscription | ED de rattachement (4) | DEA ou master d'origine (5) | Situation professionnelle (6) |
|---------------------|-----------------------|------------------------|---|-------------------------|-----------------------------|------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| NIGAY Laurence | | 12/2001 | 5 revues, 6 conf. Invitées, 24 conf. Internationales, 12 conf. nationales | UJF(MCF) | | | | |
| THEVENIN David | J. Coutaz | 12/2001 | ACL 2, 10 ; ACT-I 2, 3, 11 ; ACT-N 8 ; COM 1, 3 ; OS 6 | A | | | | |
| LAURILLAU Yann | L. Nigay | 09/2002 | ACT-I 18, 23 ; ACT-N 5 | BDI CNRS | | | | |
| DAASSI Chaouki | L. Nigay | 07/2003 | ACT-I 15, 29 ; ACT-N 15 | ETR | | | | |
| LACHENAL Christophe | J. Coutaz | 12/2004 | ACL 8 ; ACT-I 20, 22 ; ACT-N 11, 13 ; COM 8 | AM | | | | |
| RENEVIER Philippe | L. Nigay | 06/2004 | ACT-I 8, 9, 19, 24, 34 ; ACT-N 19, 23 ; COM 10 ; OS 3, 5 | BDI CNRS | | | | |
| REY Gaëtan | J. Coutaz | 08/2005 | ACT-I 4, 13, 14 ; ACT-N 7, 20, 22 ; COM 1, 5, 11 ; OS 4, 7 | AM | | | | |

| | |
|--------------|----------|
| Total | 7 |
|--------------|----------|

| | |
|--|----------|
| dont thèses avec publications ou brevets avant le 01/10/2005 | 7 |
|--|----------|

Annexe 3 : indicateurs de production scientifique

| | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | Total |
|---|------|------|------|------|------|-------|
| Livres | | | | | | |
| - d'audience nationale | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| - d'audience internationale | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Chapitres d'ouvrages | | | | | | |
| - d'audience nationale | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| - d'audience internationale | 1 | 0 | 3 | 0 | 0 | 4 |
| Editions d'ouvrage | | | | | | |
| - d'audience nationale | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 |
| - d'audience internationale | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 |
| Revues avec comité de lecture | | | | | | |
| - d'audience nationale | 1 | 3 | 2 | 2 | 1 | 9 |
| - d'audience internationale | 0 | 1 | 2 | 0 | 1 | 4 |
| Conférences avec actes publiés et comité de lecture | | | | | | |
| - d'audience nationale | 0 | 8 | 4 | 8 | 5 | 25 |
| - d'audience internationale | 9 | 10 | 5 | 10 | 10 | 44 |
| Conférences invitées | | | | | | |
| - d'audience nationale | 0 | 2 | 0 | 1 | 2 | 5 |
| - d'audience internationale | 1 | 1 | 0 | 1 | 2 | 5 |
| Thèses soutenues | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 6 |
| Habilitations soutenues | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Total | 16 | 28 | 18 | 25 | 23 | 110 |
| Moyenne annuelle : 22 | | | | | | |

Annexe 4 :

Contrats institutionnels

| Contexte Catégorie | Thème | Coordonnateur | Nb de partenaires | Collaborations spécifiques ² | Début Fin | Soutien financier propre |
|--|--|---------------------------|----------------------|---|----------------|--------------------------------|
| 4 ^{ème} PCRD IST, TMR | TACIT Continuité de l'Interaction | CNR-Pisa (I) | 8 | CNR-CNUCE Pisa, Univ. York | 01/98 12/02 | 170 K€ |
| 5 ^{ème} PCRD IST FET OPEN | GLOSS, Disappearing Computer | Univ. Strathclyde (UK) | 5 | Univ. Strathclyde, Trinity College Dublin | 01/01 12/04 | 160 K€ |
| 5 ^{ème} PCRD IST | CAMELEON Plasticité des IHM | CNR-Pisa (I) | 5 | Soc. IS3, CNR-Pisa, UCL | 10/01 12/04 | 194 K€ |
| 5 ^{ème} PCRD IST | FAME Interaction multimodale | Univ. Karlsruhe (D) | 7 | UKA, CMU, GRAVIR | 10/01 01/05 | 325 K€ |
| 6 ^{ème} PCRD IST- NoE | SIMILAR Interaction multimodale | UCL (B) | 34 | UCL, Univ. De Mons , Multitel | 12/03 11/07 | 97 K€ |
| 6 ^{ème} PCRD IST- NoE | TWINNING SIMILAR Plasticité des IHM | UCL (B) | 2 | UCL | 07/06 08/06 | 2,5 K€ |
| ITEA | E-MODE MDE et Plasticité des IHM | Thales (F) | 21 | Thales, UCL, SAP | 06/05 06/07 | 244 K€ |
| First Europe | IvImage Interface visuelle de manipulation gestuelle | Univ. Liège | 3 | Univ. Liège | 10/04 09/06 | 2,5 K€ |
| First Europe | MuIPlex Plasticité des IHM | UCL | 3 | UCL | 10/04 09/06 | 2,5 K€ |
| RNRT | VERBATIM Vérification biformelle et automatisation du test d'IHM multimodales | FT R&D | 7 | FT R&D, LSR, LISI, ONERA, AQL, Clearsy | 12/03 12/05 | 107 K€ |
| RNTL | MMM Chirurgie Augmentée | PRAXIM | 3 | TIMC, PRAXIM | 07/01 07/04 | 114 K€ |
| ACI Masse de données | NavGraphe Techniques d'interaction avec de grands graphes | LABRI (Bordeaux) | 8 | LABRI, LRI, LIRMM | 08/03 08/06 | 16 K€ |
| PEA DGA | INTUITION Multimodalité | | 4 | THALES, IRIT, LIMSI | 01/03 01/06 | 174 K€ |
| CNRS AS | Méthode et Outils (RTP16) | IRIT | 4 | IRIT | 07/03 07/04 | 4 K€ |

² Noms des partenaires avec lesquels sont menées plus particulièrement des recherches conjointes

| | | | | | | |
|---------|---|-----------|----|--|----------------|---------|
| | IHM) | | | | | |
| CNRS AS | Plasticité (RTP16 IHM) | UJF-IIHM | 11 | ICTT, IS3, I3S, LIRMM, LRI, SAP, Trigone, UCL, LMP, XRCE | 07/03 07/04 | 3 K€ |
| CNRS AS | Interculturalité, usages et conception des NTIC (RTP ergonomie) | IRIT | 4 | IRIT, INRA, FT R&D | 11/03 11/04 | 3 K€ |
| CNRS AS | Visualisation d'information | LIRMM-LRI | 12 | LABRI, LIRMM, LRI | 10/01 10/02 | 3 K€ |
| IMAG | MAPPING Plasticité des IHM | IIHM | 4 | Equipes PRIMA, ADELE, MAGMA | 05/05 05/07 | 40 K€ |
| IMAG | EPIC Environnements perceptifs | IIHM | 2 | Equipe PRIMA | 05/00 04/03 | 51 K€ |
| | | | | TOTAL | | 1,71 M€ |

Contrats à financement industriel

| Partenaire(s) | Thème | Début Fin | Montant |
|--------------------------|---|----------------|---------|
| FT R&D Lannion | Proj. PACR Multimodalité et Plasticité | 07/05 06/06 | 50 K€ |
| FT R&D Issy | Proj. Réalité Augmentée et mobilité | 05/05 02/06 | 40 K€ |
| Thales Avionics Bordeaux | Multimodalité en entrée | 04/05 03/06 | 24 K€ |
| FT R&D Issy | Projet Houria 2, Interact. coopérative & RA | 01/02 12/03 | 50 K€ |
| XRCE (Xerox) | Plasticité des IHM. Il s'agit d'un don. Cadre formel : « University Affairs Committee » (UAC) | 08/03 08/05 | 45 K€ |
| | | TOTAL | 209 K€ |

Annexe 5

Logiciels

| Date de dépôt | Déposants (2) | Co- déposants (2) | Finalité du logiciel |
|---------------|----------------------|-------------------------|--|
| 8 avril 2005 | Laboratoire CLIPS | UJF, INPG | GML-Canvas : boîte à outil logicielle pour le prototypage d'interfaces graphiques de nouvelle génération. http://iihm.imag.fr/projects/gml/download/ |
| | | | |
| | | | |
| | | | |