

*Projet IN-SITU**Interaction située**Futurs*

THÈME 3A



*R*apport  
*d'Activité*

2002



# Table des matières

<b>1. Composition de l'équipe</b>	<b>1</b>
<b>2. Présentation et objectifs généraux</b>	<b>1</b>
2.1. Contexte	1
2.2. Enjeux	2
2.3. Objectifs	2
2.4. Thèmes de recherche	3
2.4.1. Paradigmes et modalités d'interaction	3
2.4.2. Conception participative	4
2.4.3. Ingénierie des systèmes interactifs	5
<b>3. Fondements scientifiques</b>	<b>6</b>
3.1.1. Contributions attendues	7
<b>4. Domaines d'application</b>	<b>7</b>
<b>5. Logiciels</b>	<b>8</b>
5.1. SVGL	8
5.2. videoSpace	8
5.3. videoWorkspace	10
5.4. videoProbe	10
5.5. MillionVis	10
<b>6. Résultats nouveaux</b>	<b>12</b>
6.1. Technologies pour l'environnement familial	12
6.1.1. VideoProbe	13
6.1.2. FamilyNet	15
6.1.3. Perspectives	16
6.2. Outils pour l'interaction post-WIMP	16
6.2.1. Indigo	16
6.2.2. SVGL	17
6.2.3. Formalismes pour l'interaction	18
6.2.4. Perspectives	18
6.3. Pointage et Navigation	18
6.3.1. Navigation multi-échelle	19
6.3.2. Expansion des cibles	20
6.3.2.1. Réplication, avec expansion des cibles prédictibles	21
6.3.2.2. Expansion des cibles non prédictible	22
6.3.2.3. Implication pour les interfaces	22
6.3.2.4. Perspectives	22
6.4. Papier Interactif	24
6.4.1. Stratégie de la recherche	24
6.4.2. Étude de terrain	26
6.4.3. Conception de l'A-book	26
6.4.4. Perspectives	27
6.5. Visualisation Interactive Haute Performance	27
6.5.1. Passage à l'échelle	29
6.5.2. Constitution de benchmarks	30
6.5.3. Perspectives	30
6.6. Interaction et Design	30
6.7. Interaction pour le bureau numérique	32
6.7.1. Approche centrée documents	32

---

6.7.2.	Gestion de l'espace de travail graphique	35
6.7.3.	Perspectives	37
<b>7.</b>	<b>Contrats industriels</b>	<b>37</b>
7.1.	Projet européen IST/FET InterLiving	37
7.2.	Projet RNTL INDIGO	37
7.3.	Projet européen ITEA Nomadic Media	38
<b>8.</b>	<b>Actions régionales, nationales et internationales</b>	<b>39</b>
8.1.	Actions nationales	39
8.2.	Actions financées par la commission européenne	39
8.2.1.	Atelier "Disappearing Computer" du 5ème PCRD.	39
8.2.2.	Organisation et participation à des workshops financés par le Disappearing Computer Initiative (FET/IST)	39
8.2.3.	Réseau d'excellence européen CONVIVIO	39
8.2.4.	EUD-Net	40
8.3.	Relations bilatérales internationales	41
8.3.1.	Europe	41
8.3.2.	Amérique du Nord	41
<b>9.</b>	<b>Diffusion des résultats</b>	<b>41</b>
9.1.	Animation de la Communauté scientifique	41
9.1.1.	Organisation de manifestations scientifiques	41
9.1.2.	Comité éditorial de journaux	41
9.1.3.	Comité éditorial de conférences	41
9.1.4.	GdR, etc.	42
9.1.5.	Sociétés savantes	42
9.1.6.	Jurys de thèses	42
9.2.	Enseignement universitaire	42
9.3.	Participation à des colloques, séminaires, invitations	43
9.4.	Diffusion de la connaissance	44
9.5.	Articles soumis	44
<b>10.</b>	<b>Bibliographie</b>	<b>44</b>

# 1. Composition de l'équipe

*IN-SITU est une équipe commune avec le LRI (CNRS and Université de Paris Sud), localisée à Orsay.*

## **Responsable scientifique**

Wendy Mackay [DR, depuis le 1/9/2002]

## **Personnel Inria**

Jean-Daniel Fekete [CR, depuis le 1/9/2002]

## **Personnel LRI**

Michel Beaudouin-Lafon [Professeur]

Nicolas Roussel [Maître de conférences]

## **Ingénieur de recherche**

Stéphane Conversy

## **Ingénieurs d'étude**

Helen Evans

Heiko Hansen

## **Chercheurs doctorants**

Olivier Beaudoux [ ESEO Angers, à partir du 1/9/2000]

Renaud Blanch [ allocataire moniteur, à partir du 1/9/2001]

## **Collaborateurs extérieurs**

Yves Guiard [ DR CNRS, Université de la Méditerranée]

Catherine Letondal [ Ingénieur, Institut Pasteur]

# 2. Présentation et objectifs généraux

## 2.1. Contexte

**Mots clés :** *Interaction Homme-Machine.*

L'interaction homme-machine (IHM) s'intéresse à tous les aspects de la conception, du développement et de l'évaluation de systèmes interactifs, c'est-à-dire de systèmes qui sont ouverts sur leur environnement et qui doivent être capables à tout instant de produire des représentations de leur état interne et de répondre à des entrées issues de l'environnement et notamment d'utilisateurs humains. Sur un plan formel, les systèmes interactifs se distinguent des systèmes algorithmiques largement étudiés par l'informatique par une plus grande puissance d'expression. Sur un plan pratique, le fait que l'interaction implique des utilisateurs humains pose la question cruciale de l'adéquation entre les caractéristiques du système et les caractéristiques sensori-motrices, cognitives et sociales des utilisateurs. L'IHM se présente donc d'emblée comme un domaine qui combine aspects informatiques (réalisation du système) et aspects humains (adéquation aux utilisateurs et aux usages).

Les travaux de recherche en interaction homme-machine se sont historiquement scindés en deux catégories : l'approche anthropomorphique et l'approche instrumentale. Selon l'approche anthropomorphique, l'ordinateur est un partenaire auquel on délègue des tâches. Le but est de conférer à l'ordinateur des capacités de communication et de raisonnement comparables à celles de l'être humain ; les agents intelligents et les systèmes à base de communication en langage naturel en sont des exemples. Selon l'approche instrumentale, l'ordinateur est un instrument ou un outil qui permet à l'utilisateur d'accomplir des tâches qu'il ne pourrait accomplir seul, tout au moins de façon aussi efficace. Le but est d'étendre, de compléter et d'augmenter les capacités de l'être humain ; les tableurs et les systèmes de contrôle de processus comme le contrôle du trafic aérien en sont des exemples. Le projet In Situ se place résolument dans la perspective instrumentale, tout en reconnaissant que ces deux approches sont amenées à se compléter plutôt qu'à se concurrencer.

## 2.2. Enjeux

L'approche instrumentale est incarnée aujourd'hui essentiellement par les interfaces dites graphiques, créées dans les années 80 avec le Xerox Star et popularisées par les environnements de type "desktop" du Macintosh puis de Windows. Depuis 20 ans, cependant, ces interfaces ont peu changé. Alors que la puissance des machines (vitesse du processeur, taille mémoire, espace disque) a été multipliée par un facteur 1000, les périphériques d'entrée (clavier et souris) et de sortie (écran bitmap d'environ 1 méga-pixels) sont restés pratiquement inchangés. Au niveau logiciel, le modèle du "desktop" exécutant un ensemble d'applications est devenu standard à tel point qu'il est difficile d'imaginer d'autres approches. Enfin les interfaces dites graphiques sont souvent des interfaces essentiellement conversationnelles basées sur le remplissage de formulaires ou de boîtes de dialogues, techniques mal adaptées aux capacités humaines et tirant mal parti des capacités des ordinateurs actuels.

Ce type d'interfaces atteint aujourd'hui ses limites, pour plusieurs raisons :

Le public des systèmes interactifs est chaque jour plus divers. Les interfaces actuelles sont trop complexes par rapport aux besoins de la plupart des utilisateurs. Elles ne sont pas adaptées à leurs contextes d'usage et elles ne sont pas intégrées de façon satisfaisante à l'environnement de travail. De plus, l'ajout permanent de nouvelles fonctionnalités tend à aggraver la situation.

Les plates-formes matérielles se multiplient. Du téléphone mobile et du PDA au workbench et au mur d'images, ces nouvelles plates-formes ne peuvent se satisfaire des interfaces développées pour l'ordinateur de bureau. Ce dernier n'est pas pour autant près de disparaître, mais au contraire il doit devenir interopérable avec ces nouvelles plates-formes.

Les quantités de données à gérer deviennent gigantesques. On n'a pas pris la mesure des problèmes d'échelle lorsque les interfaces de type desktop ont été conçues. Ils sont aujourd'hui une cause majeure de surcharge cognitive, de dégradation des performances, d'erreurs de manipulation.

L'ordinateur est devenu un médium de communication. La convergence de l'informatique et des télécommunications impose d'intégrer au cœur des systèmes interactifs les capacités de partage de données en temps réel, de collaboration distante et de coordination. Avec l'explosion des réseaux, de la puissance des machines et des périphériques d'entrée-sortie, les conditions sont réunies pour imaginer et réaliser la prochaine génération de systèmes interactifs.

## 2.3. Objectifs

Le projet In Situ vise à répondre aux enjeux ci-dessus en développant de nouvelles techniques d'interaction, de nouveaux outils pour mettre en œuvre ces techniques, et de nouvelles méthodologies pour maîtriser le processus de conception. Par rapport aux interfaces graphiques actuelles, il s'agit de créer des interfaces situées, c'est-à-dire adaptées (ou adaptables) à leurs contextes d'usage et exploitant au mieux la complémentarité entre systèmes informatiques et utilisateurs humains. Le terme « situé » fait référence à la notion d'action située de Suchman : en situation d'interaction, l'être humain agit le plus souvent en fonction du contexte de la situation plutôt qu'en fonction de plans pré-déterminés.

La vision à long terme est de réaliser une nouvelle génération d'environnements interactifs destinés à supplanter les interfaces graphiques actuelles. Nous restons dans le cadre des interfaces essentiellement 2D : les interfaces 3D, immersives ou non, font l'objet d'autres projets, notamment à l'INRIA, et même si le recours à la 3D voire l'immersion n'est pas exclus, il ne constitue pas le fondement d'In Situ.

Les problèmes scientifiques et technologiques auxquels s'attaque le projet In Situ sont les suivants :

la flexibilité. La clé de l'interaction située est la possibilité d'adapter le système interactif au contexte d'usage (l'utilisateur, la tâche, la plate-forme, l'environnement, etc.). Alors que les environnements actuels sont monolithiques et rigides, il est indispensable d'offrir une réelle flexibilité dans la constitution, la configuration et l'évolution des systèmes interactifs de demain. Les approches à base de composants, les systèmes réflexifs ou à implémentation ouverte, la

programmation par l'utilisateur sont des pistes trop peu explorées dans le contexte des systèmes interactifs et qu'il convient de développer.

l'intégration entre monde physique et monde informatique. L'inter-dépendance entre objets du monde physique et objets informatiques augmente chaque jour. Le mythe du bureau sans papier, par exemple, s'est avéré irréaliste. Les travaux de recherche sur les interfaces tangibles, la réalité augmentée et l'informatique disséminée ou UbiComp sont en pleine expansion pour exploiter les facultés humaines à interagir avec ou à travers des objets physiques. L'unification de ces techniques d'interaction avec celles des interfaces graphiques ou instrumentales reste à faire, et représente un défi aussi bien technologique que scientifique.

le passage à l'échelle. Les environnements graphiques traditionnels sont peu adaptés au traitement de grandes quantités de données : il est difficile, par exemple, d'appliquer un traitement réalisé sur un fichier à un ensemble de fichiers. De ce point de vue, les possibilités de programmation donnent accès à une puissance d'expression supérieure. A l'inverse, les travaux récents en visualisation interactive d'information, comme les requêtes dynamiques ou les interfaces zoomables exploitent les capacités du système visuel humain, en particulier le couplage perception-action, pour faciliter les tâches exploratoires. La capacité de traiter de grandes quantités de données passe par la convergence entre bases de données, visualisation d'information, techniques d'indexation et environnements interactifs.

la dimension coopérative. Alors que l'usage de l'ordinateur est essentiellement individuel, la majorité des activités humaines sont collectives. Des résultats ont été obtenus depuis plus de 20 ans, comme l'édition partagée de documents et le support à la communication informelle ou médiaspace, mais ces travaux sont peu sortis des laboratoires. Les fonctionnalités collectives doivent être intégrées au cœur des environnements interactifs, et permettre de passer sans heurt d'un mode de collaboration à un autre. Les problèmes de passage à l'échelle, de robustesse et de sécurité doivent également être traités.

l'intégration. La création de véritables environnements interactifs requiert de maîtriser l'intégration de différentes techniques d'interaction. En effet, la juxtaposition de techniques d'interaction efficaces ne garantit pas l'efficacité du résultat. La méthode principalement utilisée actuellement est l'évaluation a posteriori. Une approche plus pro-active est nécessaire, qui part des méthodes de conception et aboutit à des outils logiciels facilitant cette intégration.

L'objectif d'intégration rend plus ardues les autres problèmes ci-dessus. Par exemple, la flexibilité implique que l'utilisateur puisse choisir les techniques d'interaction qu'il souhaite utiliser, et/ou que le système impose des techniques d'interaction en fonction des capacités de la plate-forme. L'intégration de techniques d'interaction n'est plus alors un problème à résoudre de façon ad hoc par les concepteurs, mais de façon générique car les combinaisons qui seront effectivement mises en œuvre ne peuvent être toutes anticipées : il faut inventer un véritable langage de l'interaction.

## 2.4. Thèmes de recherche

Les thèmes de recherches du projet In Situ s'articulent selon trois axes :

- Paradigmes et modalités d'interaction ;
- Conception participative ;
- Ingénierie des systèmes interactifs.

### 2.4.1. Paradigmes et modalités d'interaction

Si les interfaces graphiques de type écran-clavier-souris sont aujourd'hui bien maîtrisées, elles limitent la bande passante de l'interaction homme-machine. De nouvelles techniques d'interaction, de nouveaux paradigmes doivent être explorés pour augmenter cette bande passante et pour mieux adapter les modalités de l'interaction aux capacités humaines.

Dans le domaine de l'interaction graphique sur écran, les interfaces multi-échelle, les systèmes de visualisation interactive d'information, l'interaction bi-manuelle, l'utilisation du son offrent de bonnes perspectives, à condition de relever le défi de l'intégration de ces différentes techniques au sein d'un environnement cohérent. La réalité augmentée, qui procède à l'intégration de capacités de calcul et d'interaction dans les objets et l'environnement physiques, est une voie de recherche prometteuse pour réconcilier les utilisateurs avec l'aspect immatériel des objets informatiques. Enfin l'intégration de la dimension coopérative à tous les aspects de l'interaction homme-machine permettra de répondre à l'une des caractéristiques fondamentales de l'activité humaine : son aspect social.

Thèmes :

Réalité augmentée, réalité mixte : les travaux actuels sur l'intégration entre monde physique et informatique sont souvent centrés sur l'aspect technologique (capteurs, alignement ou "registration", etc.). Notre approche consiste au contraire à partir d'études de cas afin de développer les aspects méthodologiques et fondamentaux de l'intégration physique-informatique, poursuivant ainsi les travaux sur le contrôle du trafic aérien et les cahiers de laboratoires augmentés.

Interfaces multi-échelle : l'approche multi-échelle consiste à représenter les données à différents niveaux d'échelle afin de contrôler la complexité de l'affichage. La navigation dans les mondes multi-échelle pose des problèmes particuliers, car la géométrie sous-jacente est telle que le plus court chemin d'un point à un autre n'est pas la ligne droite. Ce thème a fait l'objet de travaux récents, dont un article primé, qui vont se poursuivre avec l'étude de techniques d'interaction pour la navigation, notamment l'interaction bi-manuelle.

Visualisation d'information : la part croissante de la recherche d'information dans les tâches informatiques requiert de développer des techniques avancées de recherche et de visualisation d'information. D'une part, les quantités de données considérées croissent de façon exponentielle, d'autre part, les besoins des utilisateurs sont de moins en moins spécifiés de façon stricte. La visualisation en vue de l'exploration est donc à privilégier, avec des techniques qui puissent passer à l'échelle, aussi bien du point de vue des capacités de calcul que des capacités d'affichage et d'interaction.

Collecticiel : le support aux activités de groupe requiert des services de partage de documents (édition partagée) d'une part, de communication médiatisée (médiaspaces) d'autre part. Ces aspects sont bien maîtrisés au plan technique, mais les outils permettant leur intégration au cœur d'un environnement interactif manquent. Dans la lignée de nos travaux sur la vidéo, nous allons développer les modèles et les infrastructures nécessaires à l'émergence d'environnements collecticiels.

Approche centrée documents : les environnements actuels sont centrés sur la notion d'application, ce qui oblige les utilisateurs à jongler entre plusieurs applications pour la plupart de leurs tâches. Une approche centrée sur les documents semble plus pertinente (elle était d'ailleurs au cœur du Xerox Star en 1980), mais n'a pas fait l'objet de beaucoup de travaux. Nous allons développer cette approche, qui complète bien le modèle de l'interaction instrumentale, en nous intéressant notamment à son extension au collecticiel et aux documents physiques.

### **2.4.2. Conception participative**

La conception d'interfaces situées passe par un contact permanent et étroit avec des utilisateurs, dans le cadre d'études de cas, afin non seulement d'évaluer les propositions, mais surtout de mieux comprendre la nature et l'évolution de l'activité humaine pour laquelle on conçoit le système interactif.

La conception participative implique les utilisateurs tout au long du processus de conception. Elle permet de tirer parti de la capacité d'innovation des utilisateurs, de leur connaissance intime et parfois inconsciente de leur activité. Elle permet également au chercheur de s'immerger dans le contexte d'utilisation afin d'adapter le système à ce contexte. Cette prise en compte du contexte est souvent vue comme un obstacle par l'informaticien habitué à l'abstraction qui, par nature, élimine les détails et s'affranchit du contexte. Mais dans l'activité humaine, le contexte est, si l'on peut dire, central. Sans chercher nécessairement à le capter ni



à le représenter, il est indispensable de l'intégrer au sein du processus de conception des systèmes interactifs. Les méthodes et les techniques de la conception participative devront donc être développées en explicitant le rôle du contexte.

Thèmes :

Triangulation : la conception, le développement et l'évaluation de systèmes interactifs fait appel à des méthodes issues de différentes disciplines afin de permettre à la fois la créativité, l'exploration systématique de l'espace de conception, et la rationalisation des choix. La triangulation consiste à combiner et composer ces méthodes de façon à obtenir une meilleure efficacité et une meilleure confiance dans les résultats. Cette approche sera développée, notamment en vue de faire émerger des principes de conception .

Co-évolution : tout utilisateur d'un système informatique (ou d'une technologie en général) doit s'adapter à celle-ci. Mais cette adaptation n'est pas à sens unique : l'utilisateur s'approprie la technologie, la détourne éventuellement, et donc l'adapte à ses besoins . L'anticipation de cette co-évolution est un enjeu central de la conception de systèmes interactifs. Dans ce but, les méthodes participatives permettent d'explicitier la co-évolution dès la phase de conception. Ces méthodes seront donc développées dans la perspective de réaliser des systèmes à la fois plus faciles à utiliser et plus flexibles.

### **2.4.3. Ingénierie des systèmes interactifs**

L'une des causes majeures de la pauvreté des interfaces commerciales actuelles est le manque d'outils permettant de réduire les coûts de développement d'interfaces avancées. Aussi le développement de nouveaux paradigmes et modalités d'interaction doit aller de pair avec le développement d'outils correspondants et d'architectures logicielles adaptées. La migration vers des environnements centrés sur les documents plutôt que sur les applications, la nécessité de pouvoir configurer et programmer l'environnement pour répondre aux besoins précis d'un contexte d'usage, le support de la collaboration distante, enfin la multiplicité des plates-formes d'exécution conduiront à étudier des architectures à base de composants logiciels pouvant être aisément ajoutés, retirés et substitués dynamiquement.

Ces nouveaux besoins amèneront probablement à remettre en cause des éléments de l'infrastructure (système d'exploitation, protocoles réseau, etc.) généralement considérés comme acquis. Le projet offrira alors l'opportunité de développer des collaborations étroites avec d'autres projets et d'autres équipes afin d'explorer des solutions plus adaptées à ces problèmes.

Thèmes :

Architectures logicielles, Composants : les architectures logicielles pour systèmes interactifs sont relativement monolithiques, alors que les systèmes interactifs sont amenés à être de plus en plus répartis (systèmes de type UbiComp) ; d'autre part, les objectifs de flexibilité imposent de pouvoir ajouter ou substituer dynamiquement des composants au système, voire de le modifier en programmant "dans l'interface" sans interrompre le service. Nous étudierons donc des architectures adaptées, dans la lignée des travaux déjà effectués, en prenant notamment en compte les impératifs de performance (temps de réponse de l'interface).

Boîtes à outils d'interfaces : les boîtes à outils d'interface actuelles sont toutes fondées sur le concept d'objet interactif ou "widget". Ce concept est trop limité pour les techniques d'interaction et de visualisation qui nous intéressent et nous avons déjà développé des outils spécialisés . Nous développerons donc des outils logiciels pour le développement de systèmes interactifs, qui seront fondés sur les concepts d'architecture développés dans le thème précédent et qui permettront de mettre en œuvre les techniques d'interaction développées dans le premier axe du projet, comme par exemple la vidéo.

### 3. Fondements scientifiques

L'informatique repose beaucoup sur des théories formelles, qui, à l'instar des mathématiques, s'évaluent d'abord par leur cohérence interne. Les sciences humaines, comme la sociologie et une partie de la psychologie, reposent plutôt sur des théories descriptives qui permettent de comprendre les phénomènes observés sans chercher à les prédire. Certains aspects des sciences humaines et des sciences du vivant, et une grande partie des sciences de la nature, notamment la physique, reposent sur des théories prédictives qui "expliquent" sous forme de lois quantitatives les phénomènes observés et permettent leur anticipation. Les domaines liés à l'ingénierie, telles les sciences pour l'ingénieur et une bonne partie de l'informatique dont l'IHM, reposent sur des théories génératives qui utilisent nos connaissances des phénomènes observés pour créer de nouveaux artefacts dont les propriétés peuvent être en partie contrôlées.

Notre démarche scientifique se réclame de l'approche générative dans la mesure où notre objectif est de produire des prototypes, des méthodes et des outils logiciels permettant de mieux maîtriser la conception, le développement et l'évaluation de systèmes interactifs. On peut schématiser la démarche que nous employons par les étapes suivantes :

- Invention : production d'idées et de concepts ;
- Innovation : mise en œuvre et validation de ces idées et concepts dans des artefacts (applications, démonstrateurs et prototypes) ;
- Élaboration : création de modèles et de méthodes par abstraction ;
- Réalisation : mise en œuvre des modèles et méthodes dans des outils logiciels tels que les boîtes à outils d'interface.

Cette démarche requiert une approche pluridisciplinaire. D'une part, les domaines du design (design industriel, design graphique, architecture, etc.) nous apportent la dimension indispensable de la créativité. D'autre part, les sciences de l'homme nous fournissent les théories et modèles nécessaires à l'étude et à la maîtrise du facteur humain dans les systèmes interactifs. Enfin les sciences de l'ingénieur (essentiellement l'informatique) permettent la mise en œuvre des résultats dans des logiciels et des systèmes.

Cette démarche peut être illustrée par un exemple. Le logiciel DIVA est destiné à l'analyse exploratoire de données multimédia, notamment la vidéo. Ce logiciel est fondé sur le concept de "stream" qui représente les données temporelles comme des flux d'événements et non pas comme des séquences ("chunks"), ce que font la plupart des systèmes multimédia et hypermédia. Les streams servent notamment à coder le contenu des vidéos : un utilisateur observe la vidéo et crée un ou plusieurs streams qui représentent son contenu. Une approche formelle nous a conduit à définir une algèbre de streams permettant d'effectuer des calculs sur les streams. Par exemple, il est possible de représenter par un stream les situations qui précèdent l'occurrence simultanée de deux événements, et de créer un stream extrait de la vidéo pour les visualiser.

Le prototype DIVA a permis de valider cette approche, tout en mettant en évidence la nécessité de mettre en œuvre des techniques d'interaction et de visualisation adaptées à la manipulation des streams. Ainsi, nous avons développé une technique de visualisation de nombreux streams en temps réel facilitant le repérage de motifs. Par ailleurs, l'algèbre de streams s'est révélée utile dans une utilisation coopérative du prototype, lorsque plusieurs personnes codent les mêmes données et que l'on cherche à trouver un consensus. Enfin, un autre prototype antérieur, Video Mosaic avait permis de valider l'approche consistant à utiliser la réalité augmentée pour décrire et éditer une organisation temporelle des streams à l'aide d'une représentation spatiale.

Le prototype DIVA, combiné avec d'autres travaux sur les techniques d'interaction, a conduit à la définition du modèle de l'interaction instrumentale. Cette abstraction permet de décrire une large gamme de techniques d'interaction, et forme donc une sorte de théorie descriptive de l'interaction graphique, qui n'existait pas jusqu'alors. Selon ce modèle, une interface s'analyse comme un ensemble d'objets d'intérêt que l'utilisateur souhaite manipuler et d'instruments d'interaction. Un instrument d'interaction est un médiateur entre l'utilisateur et l'objet manipulé. Par exemple une barre de défilement permet de parcourir un document visualisé dans une fenêtre. L'instrument est lui-même un objet, susceptible d'être manipulé par d'autres instruments ; par exemple, la barre de défilement pourrait être annotée par un autre outil pour y indiquer

des repères. Afin de tester le pouvoir génératif de l'interaction instrumentale, ce modèle a été utilisé pour créer un prototype d'éditeur de réseaux de Petri colorés, dans le cadre du projet CPN2000 . Le modèle s'est alors enrichi de trois principes de conception : la réification, le polymorphisme et la réutilisation . Ces principes guident la création et la composition de nouveaux instruments. Par exemple, la réification consiste à transformer des concepts abstraits en objets tangibles de l'interface, en particulier des instruments. Ainsi, la commande d'alignement est réifiée en un instrument appelé guide magnétique permettant d'aligner les objets. La commande d'alignement, souvent complexe, se trouve alors remplacée par des commandes plus simples impliquant les objets à aligner et le guide magnétique : créer un guide, attacher / détacher des objets du guide, déplacer le guide (avec les objets qui y sont attachés).

Cette élaboration du modèle de l'interaction instrumentale nous a conduit récemment à proposer le projet INDIGO accepté par le RNTL, dont l'objectif est la réalisation d'une boîte à outils d'interface, c'est-à-dire d'une couche logicielle de type "middleware" permettant aux développeurs de créer plus aisément des applications interactives utilisant l'approche instrumentale. Typiquement, cette boîte à outils pourrait être utilisée pour créer une nouvelle version du logiciel DIVA d'analyse exploratoire de données multimédia.

Nous pourrions citer d'autres exemples de cette démarche de recherche, dans le domaine de la recherche et de la visualisation d'information, du collecticiel ou de la réalité augmentée.

### 3.1.1. Contributions attendues

Le projet In Situ remet en cause un certain nombre de fondements des interfaces graphiques actuelles. Il vise à combiner la puissance d'expression des systèmes programmables avec des concepts naturels pour l'être humain comme la manipulation directe d'objets graphiques ou la réalité augmentée, et à y ajouter la dimension sociale du travail coopératif. Il s'intéresse aussi bien aux techniques d'interaction qu'au processus de conception et à la réalisation d'outils logiciels. Comme indiqué plus haut, le projet se place dans la perspective de la réalisation d'environnements de nouvelle génération, dans la lignée des travaux qui ont mené à la création des interfaces graphiques actuelles (le Dorado, l'Alto et le Star de Xerox). De tels environnements représentent un saut qualitatif par rapport à l'existant : aucun environnement actuel n'intègre des techniques d'interaction avancées comme l'interaction bi-manuelle ou la réalité augmentée avec des facilités de personnalisation et un support au travail collaboratif. Cet objectif à long terme est ambitieux. A moyen terme, le projet In Situ apportera des contributions significatives dans différents domaines :

- au niveau des fondements de l'IHM : des études sur l'adéquation entre techniques d'interaction et facultés sensori-motrices et cognitives de l'être humain ; des modèles semi-formels pour la description de l'interaction.
- au niveau des techniques d'interaction : des innovations dans le domaine de l'interaction directe, de la visualisation d'information, de la réalité augmentée, du collecticiel.
- au niveau des méthodes de conception de systèmes interactifs : la maîtrise d'un processus de conception participatif grâce au développement de concepts comme la triangulation et la co-évolution ; le développement de principes de conception permettant l'exploration de l'espace de conception et la rationalisation des choix.
- au niveau de l'ingénierie des systèmes interactifs : la mise en œuvre d'approches fondées sur les composants ; des outils logiciels (boîtes à outils) pour la construction de systèmes interactifs.

## 4. Domaines d'application

Les domaines d'application potentiels d'In Situ sont vastes. Afin de valider les objectifs du projet, nous avons sélectionné des domaines qui couvrent les caractéristiques suivantes :

- des critères de validation différents : la productivité (critère le plus répandu dans le milieu professionnel), la sécurité (dans le cas des systèmes critiques notamment), le confort (notamment pour les applications non professionnelles) ;
- des utilisateurs variés : utilisateurs professionnels spécialisés ou utilisateurs non professionnels ;

- des environnements variés : environnement classique de type bureau, environnement fixe atypique (comme un cockpit d'avion), ou environnement mobile.

Compte tenu de nos collaborations et contacts, les domaines d'application suivants ont été retenus :

- dans le domaine des transports, le contrôle du trafic aérien, en liaison avec le CENA et EuroControl ;
- dans les domaines de la biologie et de la santé, la bio-informatique, en liaison avec l'Institut Pasteur ;
- dans les domaines liés aux télécommunications et au multimédia, l'environnement familial, en liaison avec l'Université Maryland aux USA et le CID-KTH en Suède (voir le projet InterLiving en cours), le Royal College of Art à Londres, et éventuellement France Telecom R&D, Thomson Multimedia et/ou Philips.

Ces domaines d'application permettent de sélectionner des études de cas qui sont indispensables à la phase d'innovation au cours de laquelle les prototypes sont réalisés pour valider des idées et des concepts nouveaux. Ces études de cas servent également à mettre en oeuvre les méthodes de conception développées dans la phase d'élaboration.

Les transferts industriels, quant à eux, concernent surtout les phases d'innovation et de réalisation. Les prototypes issus des phases d'innovation peuvent donner lieu à des valorisations par des industriels intéressés par le domaine d'application du prototype. Mais c'est la phase de réalisation qui est la plus propice au transfert industriel, car elle concerne la réalisation d'outils logiciels. Le projet RNTL INDIGO, en partenariat avec ILOG, en est un bon exemple.

## 5. Logiciels

### 5.1. SVGL

**Participant :** Stéphane Conversy [correspondant].

*Svgl* est une toolkit permettant d'afficher rapidement des documents SVG (format vectoriel du W3C). Elle repose sur la traduction des primitives graphiques SVG en primitives OpenGL, accélérées matériellement. La vitesse de rendu est jusqu'à 50 fois supérieure à la vitesse d'autres outils de rendu SVG tels que Batik ou le plug-in Adobe.

*Svgl* est utilisée dans la partie "rendu" du projet INDIGO. La toolkit est aussi destinée à être une librairie de rendu SVG à hautes performances pouvant être utilisée dans des applications plus classiques. Le travail réalisé dernièrement a consisté à améliorer la qualité du rendu, à simplifier l'API et à développer un tutoriel pour permettre aux autres membres du projet et à d'autres développeurs de l'utiliser facilement et rapidement.

*Svgl* est disponible sous Linux, MacOSX et Windows et contient 40000 lignes de code C++. La toolkit sera diffusée sous licence open-source.

### 5.2. videoSpace

**Participant :** Nicolas Roussel [correspondant].

*VideoSpace* est une boîte à outils logicielle destinée à faciliter l'exploration de nouveaux usages de la vidéo dans les environnements informatiques interactifs. Cette boîte à outils se compose d'une librairie et d'un ensemble d'applications, notamment un serveur et un client capables de transmettre et d'afficher des flux vidéo sur Internet. L'ensemble représente environ 25000 lignes de code et une centaine de classes C++. La version actuelle est utilisable sur plate-formes IRIX, Linux et Mac OS X et est disponible gratuitement. Depuis juin 1998, plusieurs applications développées avec *videoSpace* sont régulièrement utilisées par une vingtaine de personnes dans le monde, collègues, amis ou parfaits inconnus.



*Figure 1. Exemple de boîte d'outils translucide superposée à un graphique vectoriel riche, dessinés avec Svgl*

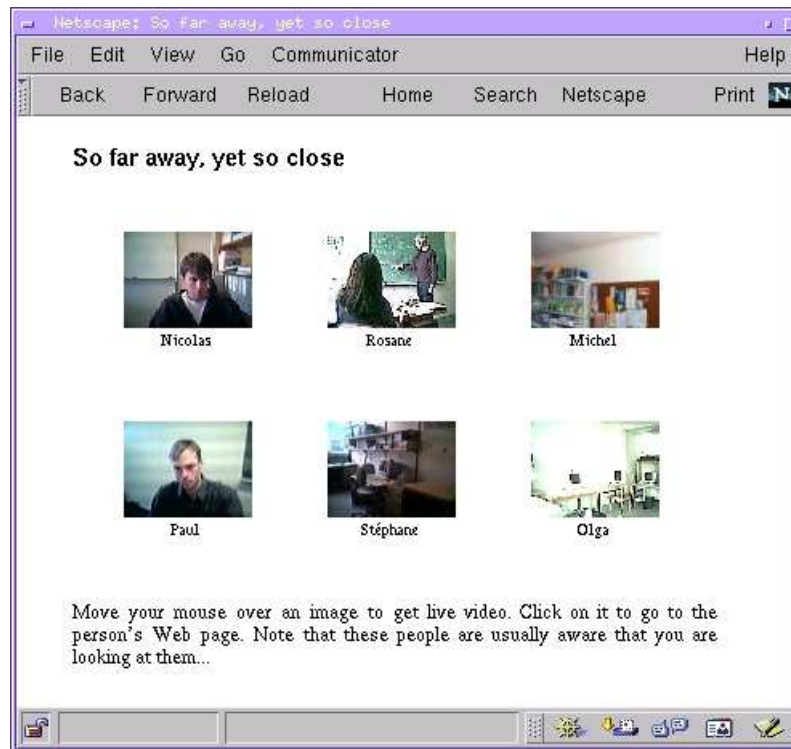


Figure 2. Exemple de mediaspace réalisé avec videoSpace

### 5.3. videoWorkspace

**Participant :** Nicolas Roussel [correspondant].

*VideoWorkspace* [Rou02c] est une mini-boîte à outils basée sur videoSpace et conçue pour faciliter l'exploration de nouvelles techniques de gestion de fenêtres, permettant à la fois le prototypage de ces techniques et leur utilisation dans un contexte réel, sur les fenêtres d'applications X Window.

### 5.4. videoProbe

**Participants :** Stéphane Conversy [correspondant], Nicolas Roussel.

*VideoProbe* est une sonde technologique du projet interLiving [BLBC+02a]. L'application consiste en un miroir qui reflète les personnes ou les objets placés devant lui. Lorsque les personnes ou les objets sont immobiles pendant quelques secondes, une photographie est prise et envoyée à des videoProbe distants pour être consultée par des proches.

Bien que *videoProbe* soit une sonde technologique, il est destiné à être utilisé en conditions réelles par des personnes qui ne sont pas des informaticiens. L'application se doit d'être robuste, afin que les utilisateurs soient confiants envers sa capacité à assurer les fonctionnalités annoncées. Les derniers travaux ont donc consisté à rendre l'application plus robuste. De plus, l'installation in situ nécessite parfois des interventions physiques. Une autre activité consiste donc à effectuer des déplacements chez les familles partenaires du projet.

### 5.5. MillionVis

**Participant :** Jean-Daniel Fekete [correspondant].

*MillionVis* [FP02] est un boîte à outils graphique permettant de faire de la visualisation d'information haute performance. Elle contient aussi une application principale "treemap2" qui démontre les techniques de

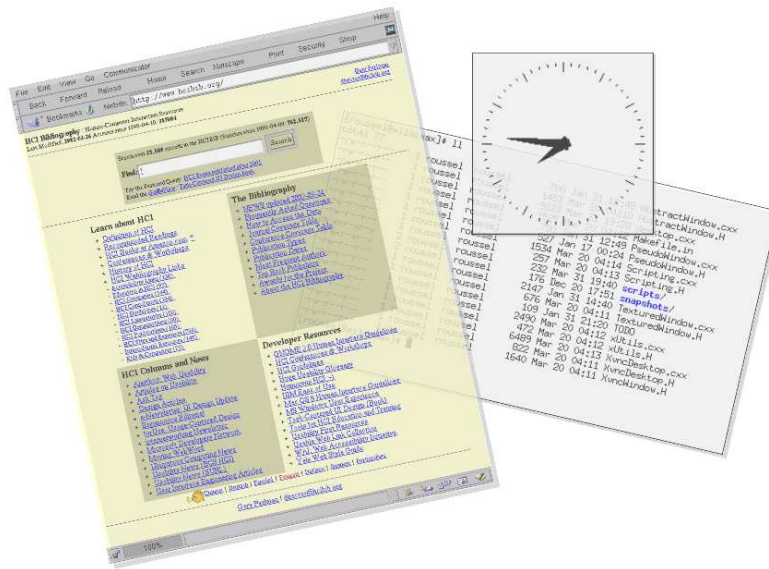


Figure 3. Exemple d'affichage de videoWorkspace



Figure 4. Prototype de VideoProbe

visualisation décrites dans l'article "Interactive Information Visualization of a Million Items" publié à InfoVis 2002.

*MillionVis* est écrite en C++, utilise extensivement la programmation par "template", et repose sur la bibliothèque graphique OpenGL.

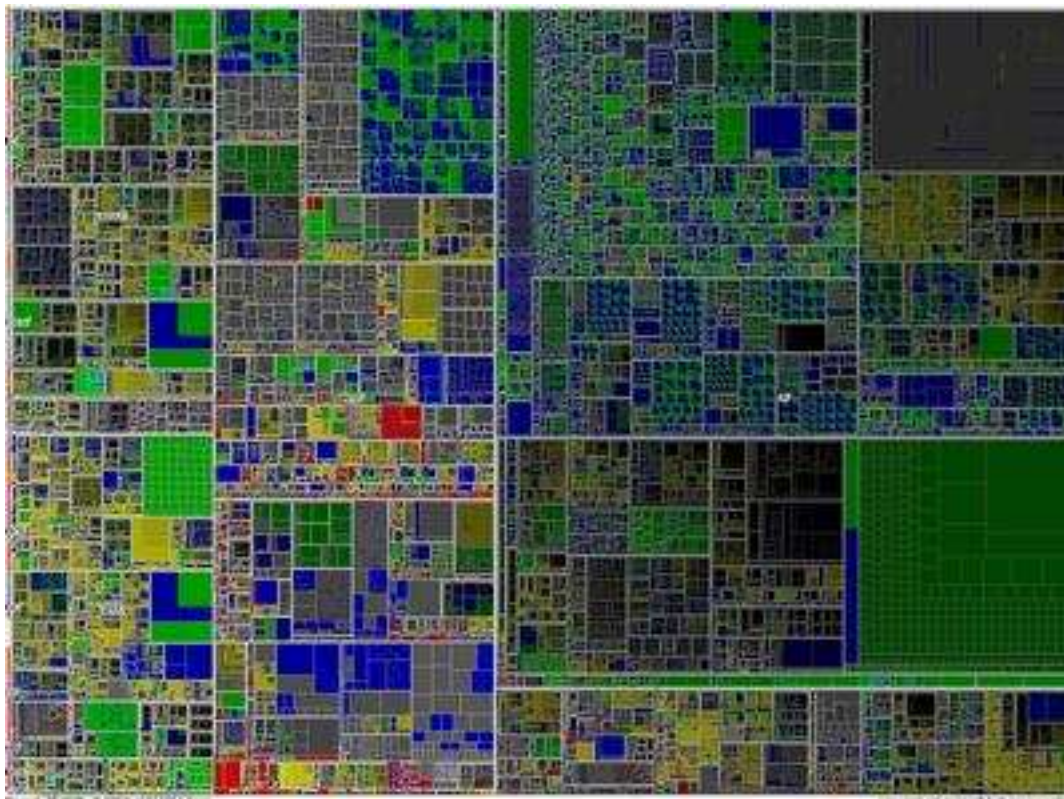


Figure 5. Visualisation, sous forme de Treemap, d'un serveur de fichiers contenant environ 1 million de fichiers

## 6. Résultats nouveaux

### 6.1. Technologies pour l'environnement familial

**Participants :** Wendy Mackay, Stéphane Conversy, Helen Evans, Heiko Hansen, Michel Beaudouin-Lafon, Nicolas Roussel.

Contexte : projet interLiving

InterLiving est un projet européen du programme Disappearing Computer (Future and Emerging Technology, IST). Les partenaires sont le Centre for User Oriented IT-Design (CID) de l'Institut Royal de Technologie de Stockholm, l'INRIA, le Laboratoire de Recherche en Informatique de l'Université Paris-Sud et du CNRS (LRI) et du Laboratoire d'Interaction Homme-Machine de l'Université du Maryland (HCIL). L'objectif du projet est de développer de nouvelles technologies de communication et d'interaction pour l'environnement familial, notamment en explorant la notion de *surface partagée* comme support de la communication.

Trois familles suédoises et trois familles françaises participent au projet interLiving qui rassemble en outre des chercheurs de plusieurs disciplines (ethnologie, psychologie, design industriel, informatique) et de plusieurs pays (Suède, France et Etats Unis).



Une part de la coopération entre chercheurs et familles se fait par le biais d'interviews et de rencontres-ateliers. Mais cette coopération passe aussi par l'installation de *sondes technologiques* [HMW+03] chez les familles. Ces sondes permettent à la fois de tester de nouvelles technologies, de collecter des données d'utilisation dans un contexte réel et d'encourager les familles à réfléchir avec les chercheurs à leurs besoins de communication et aux technologies qui peuvent être mises en oeuvre.

Outre le développement de sondes, nous avons également participé avec les autres membres du projet à l'organisation et au déroulement de plusieurs workshops avec les familles et avec d'autres projets du programme Disappearing Computer. Les résultats intermédiaires du projet ont été présentés lors de la revue de projet fin septembre 2002, avec notamment un stand à l'exposition Disappearing Computer Jamboree. L'évaluation par les rapporteurs et les représentants de la commission européenne a été très positive, nous encourageant même à soumettre dans un projet séparé, lors du 6ème PCRD, le développement de FamilyNet (voir ci-dessous).



*Figure 6. Le stand d'InterLiving lors de la revue de projet en septembre 2002. Le stand reproduit un intérieur d'appartement afin d'illustrer comment les technologies développées s'intègrent à l'environnement familial.*

### **6.1.1. VideoProbe**

VideoProbe est la première sonde technologique que nous avons développée dans le cadre du projet interLiving. C'est un dispositif qui permet à un groupe de personnes de partager leur vie quotidienne par l'intermédiaire d'échanges de photos.

VideoProbe se présente sous la forme d'un boîtier blanc associant une caméra et un écran. L'ensemble est relié à un ordinateur connecté à Internet par une liaison haut-débit de type ADSL. Un logiciel spécifique lancé sur cet ordinateur permet à la fois de prendre des photos et de visualiser celles prises par l'ensemble des VideoProbes connectés.

En mode prise de vues, les images capturées par la caméra sont analysées en temps réel pour détecter un changement dans la scène filmée. Lorsqu'aucun changement n'est détecté, VideoProbe n'affiche rien et l'écran reste blanc. Lorsqu'un changement est détecté, il se « réveille » et se comporte alors comme un miroir, affichant les images capturées sur son écran. Si la scène reste identique pendant trois secondes, une photo est prise. Pendant ce laps de temps, un carré semi-transparent recouvre progressivement les images affichées



*Figure 7. Vue d'ensemble du VideoProbe.*

donnant ainsi une idée du temps qu'il reste avant le déclenchement de la prise de vue. Si la photo prise est différente de l'image qui a provoqué le réveil, elle est stockée localement et transmise aux autres VideoProbes. Dans le cas contraire, le VideoProbe se « rendort » et l'écran redevient blanc.

Deux types de photos sont prises par VideoProbe. Il est tout d'abord possible de lui faire prendre en photo un objet, un animal ou un individu en le plaçant devant la caméra et en le laissant immobile pendant trois secondes. En plus de ces photos « souhaitées », VideoProbe prend également des photos de manière automatique, dès qu'un changement durable est détecté dans la scène filmée. Dans ce cas, pour éviter d'être pris en photo, il suffit de ne pas rester immobile pendant plus de trois secondes...

Une télécommande permet de passer du mode prise de vues au mode visualisation. La télécommande permet alors de parcourir par ordre chronologique inverse les photos prises par l'ensemble par les VideoProbes connectés. Les photos vieillissent avec le temps: elles perdent leurs couleurs, leur intensité, et finissent par disparaître. Un bouton de la télécommande permet de demander explicitement au VideoProbe de conserver une photo particulière. Les photos inintéressantes sont ainsi implicitement éliminées après un certain temps, ce qui peut s'avérer très utile lorsqu'un grand nombre de photos ont été prises.



Figure 8. Utilisation de la caméra et de la télécommande.

Toutes les interactions entre les utilisateurs et le VideoProbe sont enregistrées et transmises à un serveur hébergé au Laboratoire de Recherche en Informatique de l'Université Paris-Sud à des fins d'analyse. Les photos prises sont également envoyées à ce serveur qui les fait automatiquement suivre vers les autres VideoProbes.

Quatre VideoProbes ont été installés dans les foyers des familles françaises participant au projet interLiving. Chaque VideoProbe a été placé par la famille concernée à l'endroit qui lui convenait le mieux, en accord avec les contraintes techniques imposées (proximité d'une prise électrique et d'une ligne téléphonique). Les foyers ont été raccordés au réseau ADSL de France Télécom. Ce raccordement a posé de nombreux problèmes et a nécessité de nombreuses interventions et de nombreux déplacements. La liaison téléphonique haut-débit s'est ainsi révélée incompatible avec le système d'alarme de l'un des foyers. La mise en réseau du VideoProbe et de certains ordinateurs personnels dont étaient équipées les familles a également posé des problèmes.

Un constat émerge de cette expérience de déploiement du VideoProbe : la mise en place de réseaux d'appareils destinés à l'environnement familial est un problème complexe qui nécessite des recherches approfondies.

### 6.1.2. FamilyNet

FamilyNet est 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. Nos observations montrent en effet que les réseaux familiaux (membres proches de la famille, amis très proches) sont constitués généralement d'un petit nombre de personnes et de foyers. En même temps, puisque les individus sont proches, leurs communications sont privées, aussi ces réseaux doivent offrir de bonnes garanties de sécurité et de confidentialité. Enfin, ces réseaux sont non-transitifs : chaque cellule familiale, voire chaque individu, définit son réseau familial, et ces différents réseaux se recouvrent mutuellement 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.



Figure 9. Les videoProbes en situation dans les familles.

Enfin, ces réseaux évoluent au cours du temps, aussi est-il indispensable d'offrir aux utilisateur une interface simple de (re-)configuration. Pour cela nous étudions une interface tangible permettant de facilement créer un réseau et d'y ajouter ou d'en retirer des membres.

### 6.1.3. Perspectives

Les travaux sur le déploiement des sondes technologiques vont se poursuivre, en évoluant progressivement vers des prototypes de technologies « finalisées ». Ainsi, le développement d'un prototype appelé MirrorSpace a commencé (voir section Interaction et Design ci-dessous), et d'autres travaux visent à intégrer les fonctionnalités des autres sondes technologiques développées par nos partenaires.

Nous allons également poursuivre la conception de FamilyNet en organisant des sessions de conception participative avec les familles. A l'issue de cette phase, nous envisagerons de déposer un projet séparé sur le développement de FamilyNet, avec des partenaires industriels.

## 6.2. Outils pour l'interaction post-WIMP

**Participants :** Michel Beaudouin-Lafon, Renaud Blanch, Stéphane Conversy, Nicolas Roussel, Jean-Daniel Fekete.

Les interfaces homme-machine n'ont pas beaucoup évolué depuis l'avènement de la métaphore du bureau. Les interactions de l'utilisateur avec son environnement informatique n'ont pas bénéficié de l'augmentation continue des capacités de traitement. De même, les applications interactives ne bénéficient toujours pas des nouveaux paradigmes ou des nouvelles techniques d'interaction, ces derniers restant à l'état de prototypes ou de tests de faisabilité. Nous sommes donc intéressés à l'étude et à la réalisation d'environnements capable d'exploiter au mieux ces nouvelles techniques ou paradigmes d'interaction.

### 6.2.1. Indigo

L'objet du projet RNTL INDIGO est de concevoir une nouvelle génération d'outils pour le développement et la mise en oeuvre d'applications graphiques interactives distribuées. Nos partenaires sont la société ILOG, le Centre d'Etudes de la Navigation Aérienne (CENA) et, à travers l'INRIA, le consortium W3C. ILOG apporte au projet ses compétences dans le domaine du développement d'outils de construction d'interface (notamment la ligne de produits IlogViews) et sa connaissance des besoins de leurs clients, le CENA un domaine d'application riche - le contrôle du trafic aérien - et le W3C un support pour une large diffusion des résultats du projet.

L'architecture proposée est constituée d'un ensemble de composants (ou serveurs) de deux types : des serveurs d'objets applicatifs, et des serveurs d'interaction et de rendu graphique. L'objectif est de séparer la gestion des objets de l'interface de sa réalisation. Le rendu graphique et la mise en oeuvre des interactions

peuvent ainsi être optimisés en fonction des périphériques disponibles et du contexte. Cette architecture nécessite un protocole de communication de haut niveau entre serveurs d'objets et serveurs d'interaction.

Le projet INDIGO s'appuie sur nos travaux antérieurs, notamment le modèle de l'interaction instrumentale et le développement de CPN2000, une application d'édition de réseaux de Petri utilisant des techniques avancées d'interaction ("toolglases", "marking menus", interaction bimanuelle, etc.). Entre le modèle abstrait et une application spécifique, le but d'INDIGO est de produire une boîte à outils permettant le développement d'applications telles que CPN2000 en s'appuyant sur le modèle de l'interaction instrumentale. En particulier, en séparant les instruments d'interaction des objets qu'ils éditent, on peut envisager des environnements où la notion d'application est moins directement visible par l'utilisateur final. Ainsi, INDIGO vise également des environnements centrés sur les documents, voire des applications de réalité augmentée.

Au cours de la première année du projet, nos travaux ont porté d'une part sur l'architecture générale et les principes du protocole de communication, d'autre part sur les outils logiciels pour le rendu graphique et de gestion de l'interaction. La librairie *svgl* s'occupe de la partie rendu. Les machines à états hiérarchiques permettent de décrire les interactions et les instruments gérés par le serveur d'interaction.

### 6.2.2. SVGL

Nous avons commencé à réaliser *svgl*, une boîte à outils (ou *toolkit*) graphique capable de gérer efficacement des techniques graphiques peu employées car considérées trop coûteuses en terme de performance. Ainsi, alors que l'utilisation d'outils transparents permet des interactions plus fluides et plus faciles pour l'utilisateur, ce type d'outil est peu employé dans les logiciels standards à cause du manque de puissance des machines d'hier, et à cause du manque d'outils logiciels permettant leur intégration aisée lors de la conception des applications.

*Svgl* est une boîte à outils permettant d'afficher rapidement des documents SVG (format vectoriel du W3C). Elle repose sur la traduction des primitives graphiques SVG en primitives OpenGL, accélérées matériellement. Les premiers résultats sont très encourageants. L'utilisation de techniques graphiques accélérées par les cartes graphiques que l'on trouve couramment sur les ordinateurs grand-public permet des gains de facteur 10 à 100 par rapport aux plateformes graphiques standard. Il devient ainsi possible d'utiliser effectivement des techniques comme la transparence ou les interfaces zoomables dans les applications, sans en rester au stade du prototype. De plus, de nouvelles techniques d'interaction sont rendues possible. Par exemple, certaines cartes graphiques peuvent rendre floue une partie d'une image efficacement, ce qui peut-être utilisé pour cacher partiellement des informations, ou rendre d'autres informations plus lisibles.

*Svgl* est basé sur l'affichage de documents **SVG**, un format d'images vectoriel ouvert que tous les logiciels de création graphique seront bientôt capables de gérer. Il sera donc possible d'utiliser directement les travaux d'artistes graphiques et de designers pour la conception visuelle des interfaces. Ce point est important pour deux raisons. Le processus de conception coopératif engage des acteurs avec une grande variété de compétences. Plus il est facile d'intégrer ces compétences dans les outils de prototypage et de conception, plus les phases de conception itérative sont courtes, leur nombre augmente, ce qui améliore la qualité finale de l'interface. De plus, moins les concepteurs sont limités dans leur pouvoir d'expression, meilleures sont les interfaces.

Les travaux récents effectués sur *svgl* concernent l'amélioration de la qualité du rendu, l'ajout de fonctionnalités, la simplification de l'API (Application Programming Interface) et la documentation.

La qualité du rendu des chaînes de caractères est d'autant plus importante qu'elle détermine la lisibilité des textes. *svgl* utilise deux techniques de rendu pour les textes : si les polices sont de petite taille, le texte est rendu à l'aide de textures pré-générées et pré-antialiasées. La qualité de rendu est comparable à celle des applications usuelles. Cependant, comme tout élément graphique SVG, le texte peut avoir subi des transformations de mise à l'échelle, ce qui peut conduire à un rendu pixellisé si un texte a été grossi. Pour résoudre ce problème, *svgl* utilise désormais de façon transparente une taille de police qui correspond à la taille apparente du texte à afficher. Ainsi, le texte reste lisible et de qualité, même s'il a été transformé.

Par ailleurs, nous avons essayé d'anti-aliaser le rendu des primitives graphiques, mais nous n'avons pas obtenu de résultats satisfaisant en utilisant les techniques traditionnelles d'anti-aliasing plein-écran. Il existe

d'autres techniques qui nécessitent un ordre de traversée du document incompatible avec la structure utilisée jusqu'à présent. Nous travaillons actuellement à redéfinir cet ordre de traversée.

svgl est encore en construction. Nous avons ajouté des fonctionnalités inhérentes à SVG, comme la gestion des documents externes, indispensable pour utiliser les fichiers SVG produits par des logiciels tiers. Nous avons également revu l'API afin de faciliter la découverte de la librairie, et adhérer aux principes qui visent à concevoir des outils permettant de faire des choses simples simplement, tout en gardant la possibilité de faire des choses compliquées. Nous avons enfin commencé le développement d'un tutoriel qui permet d'apprendre les concepts de la librairie, et peut être considéré comme une partie de la documentation.

### 6.2.3. Formalismes pour l'interaction

L'approche instrumentale de l'interaction, adoptée pour INDIGO, encourage une description de haut niveau des interactions. Des formalismes expressifs et simples, comme les machines à états ou les StateCharts existent qui permettent de décrire efficacement les comportements des objets interactifs. Cependant, ces formalismes se transposent mal dans les langages impératifs usuels qui réduisent la partie interactive d'un logiciel à la traversée d'une boucle recevant les événements provenant des dispositifs d'entrée et du système. Ce stéréotype conduit mécaniquement à l'écriture de code disséminé, interdépendant et donc difficilement maintenable, réutilisable et adaptable aux contextes.

En ajoutant au langage une structure de contrôle directement issue d'un formalisme adapté : les machines à états hiérarchiques [Bla02], nous avons fait des interactions des objets de première classe pour le développeur. Ce formalisme est plus modulaire que les machines à états (il permet d'imbriquer récursivement les machines les unes dans les autres) et plus contraint que les StateCharts (il n'autorise pas les transitions entre états n'appartenant pas à la même machine). Il a montré sa simplicité par la réécriture d'interactions classiques et sa puissance lors de l'implémentation de techniques d'interactions avancées.

Nous avons développé un moteur qui permet d'animer ces machines à états sur différentes plate-formes. Cela permet ainsi d'implémenter aisément de nouvelles techniques qui seraient difficiles à mettre en œuvre pour des raisons pratiques sans repartir de zéro (interaction bimanuelle ...). Le moteur permet de tirer parti de plusieurs dispositifs simultanément (tablette graphique et souris par exemple) ainsi que de notifier à chaud de l'ajout ou de la disparition de ceux-ci. Cette dernière capacité permet aux applications de connaître le contexte de leur utilisation et la modularité autorisée dans l'écriture des interactions permet alors de s'adapter éventuellement aux configurations. Ce logiciel permet d'ores et déjà le développement rapide de prototypes et sera prochainement mis à la disposition de la communauté.

### 6.2.4. Perspectives

La prochaine étape du projet INDIGO est de réaliser la conception détaillée du protocole de communication entre serveurs d'objets et serveurs d'interaction et de rendu, et de le valider par des scénarios et des prototypes logiciels. Par ailleurs, nous allons commencer la réalisation de l'implémentation de référence d'un serveur d'interaction et de rendu, utilisant svgl et les machines à état hiérarchiques. À l'issue du projet, ce serveur sera distribué en OpenSource, conformément à l'engagement pris dans le contrat.

Les développements de svgl vont se poursuivre selon deux axes. D'une part, rendre la librairie exploitable dans le contexte d'INDIGO. D'autre part, étudier de nouvelles techniques d'optimisation de rendu en exploitant les nouvelles possibilités des cartes graphiques, mais aussi, plus en amont, en utilisant des techniques inspirées de l'optimisation de programmes.

Enfin, le travail sur les machines à états hiérarchiques va se poursuivre avec le passage de la notion d'interaction à la notion d'instrument d'interaction, avec pour objectif d'offrir une base logicielle aux concepts de l'interaction instrumentale. Ces travaux s'effectueront notamment dans le contexte d'INDIGO.

## 6.3. Pointage et Navigation

**Participants :** Yves Guiard, Michel Beaudouin-Lafon, Stéphane Conversy, Dennis Pasveer [(visiteur)], Shumin Zhai [(visiteur)].

En amont des travaux sur l'ingénierie des interfaces, nous poursuivons des recherches à caractère plus fondamental sur les tâches élémentaires de l'interaction graphique, en particulier le pointage de cibles et la navigation dans les espaces d'information.

Ces travaux sont fondés sur la loi de Fitts, loi empirique extrêmement robuste qui prédit que le temps de pointage (MT pour Movement Time) est une fonction affine de l'indice de difficulté de la tâche (ID), défini comme le logarithme (en base 2) du rapport entre la taille  $W$  de la cible à atteindre et la distance  $D$  à cette cible :

$$\begin{aligned} \text{MT} &= a + b \cdot \text{ID} \\ \text{ID} &= \log_2(1 + D/W) \end{aligned}$$

Les paramètres  $a$  et  $b$  dépendent en partie du système d'interaction, par exemple un stylet ou une souris donnent des valeurs différentes, et peuvent être utilisés pour comparer des techniques d'interaction. Ces paramètres peuvent également exprimer la variabilité inter-individuelle, mais celle-ci est relativement faible.

Les indices de difficulté traditionnellement étudiés dans la littérature correspondent à des tâches de pointage exécutées par un participant avec ses membres supérieurs sur une table, et dépassent rarement 10 bits - par exemple pour un cible d'1mm à une distance d'environ 1m.

Dans les interfaces graphiques actuelles, les tâches de pointage restent dans ces limites (par exemple, pointer un pixel à une distance de 1000 pixels), et les techniques d'interaction développées jusqu'à présent ne permettent pas d'obtenir des performances meilleures que le pointage dans le monde physique. Pourtant, les mondes d'information ont des caractéristiques bien différentes du monde physique, qu'il devrait être possible d'exploiter pour améliorer les performances de pointage.

Les quantités d'information auxquelles nous sommes confrontés suivent une croissance exponentielle, et il est donc indispensable d'offrir de nouvelles solutions au pointage et à la navigation, qui ne soient pas limitées par les lois physiques.

### 6.3.1. Navigation multi-échelle

Nous étudions depuis plusieurs années la navigation et le pointage dans les espaces multi-échelles (aussi appelés espaces zoomables ou ZUI pour Zoomable User Interface). Nous avons ainsi montré que la loi de Fitts continuait de s'appliquer au-delà de la barrière des 10 bits : jusqu'à 13 bits avec une interface bi-échelle, et au-delà de 30 bits avec une interface zoomable. Ce dernier cas correspond à une cible de 1mm à une distance de 1000km ou, par exemple, pointer le pétale d'une fleur dans Central Park à New York en partant du Jardin du Luxembourg à Paris.

Au cours de cette année, en collaboration avec un étudiant hollandais en stage de Masters, nous avons étudié différentes techniques d'interaction pour contrôler la navigation (panning et zooming) dans une interface multi-échelle [PBL02]. En effet, puisque la loi de Fitts s'applique aux interfaces zoomables, nous pouvons utiliser les paramètres  $a$  et  $b$  pour comparer différentes techniques. Plusieurs expérimentations ont été menées afin de comparer plusieurs techniques :

- zoom continu ou discret ;
- zoom centré sur la position du curseur ou au centre de la fenêtre de visualisation ;
- centre de zoom visible ou non.

Les résultats sont moins tranchés que nous l'espérions, et montrent en particulier un décalage entre les techniques qui donnent les meilleures performances et celles qui sont préférées par les sujets. Les sujets préfèrent le zooming continu centré sur le curseur, tandis que les performances sont meilleures avec un zooming discret centré au milieu de la fenêtre, à condition que ce point soit indiqué à l'écran.

Ces résultats nous ont conduit à formuler un certain nombre de recommandations, en effet les applications commerciales offrant actuellement des possibilités de zoom utilisent des techniques d'interaction très différentes et non optimales. Nous allons également poursuivre ces travaux pour continuer d'explorer l'espace de conception de techniques de navigation et de pointage adaptées aux interfaces zoomables.

### 6.3.2. Expansion des cibles

La possibilité d'améliorer les performances de pointage dans les interfaces classiques (non zoomables) semblent ténues : muni d'une souris qui contrôle un curseur et d'un écran, le sujet se trouve dans une situation proche d'un pointage dans le monde physique. Compte tenu de la formulation de la loi de Fitts, il faut réduire l'indice de difficulté pour réduire le temps de mouvement. Cela peut se faire en réduisant la distance à la cible ( $D$ ) ou en augmentant la taille de celle-ci ( $W$ ). Cependant, la cible visée par le sujet étant inconnue du système (sinon il n'aurait pas besoin de la désigner !), on ne peut pas diminuer simultanément la distance à *toutes* les cibles (ce qui conduirait à concentrer les cibles autour du pointeur) ni augmenter les tailles de *toutes* : cela limiterait nécessairement le nombre de cibles affichables sans superposition.

McGuffin and Balakrishnan (M&B) suggèrent d'agrandir les cibles non pas de façon permanente, mais lorsque le pointeur s'approche d'elles. Cette approche dynamique n'est possible que dans un environnement informatique et n'a pas d'équivalent dans le monde physique. Elle offre donc une piste intéressante.

M&B ont trouvé un gain de performance significatif même lorsque l'expansion de la cible se produit quand le curseur a parcouru 90% de la distance à la cible. Le gain de performance est comparable à celui obtenu si la cible avait sa taille étendue dès le départ. Ces travaux suggèrent donc qu'il est possible de garder des cibles petites et minimiser l'espace d'affichage, tout en permettant d'interagir avec des cibles plus grandes.

L'expérience de M&B nous semblait cependant comporter quelques biais : d'une part, les cibles étaient systématiquement agrandies, permettant aux sujets d'anticiper l'expansion, d'autre part les taux d'erreurs n'étaient pas rapportés. Une meilleure performance a peu d'intérêt si c'est au détriment du taux d'erreur. Nous avons donc répliqué l'expérimentation de M&B en éliminant le biais expérimental et en collectant des données cinématiques permettant une étude plus approfondie des résultats .

Le dispositif expérimental est une tâche de pointage unidimensionnelle typique. Le sujet amène le curseur sur une cible carrée située à gauche de l'écran. Au bout de 0.3s, la cible rectangulaire apparaît à droite. Le sujet doit alors positionner le curseur dans cette cible et cliquer à l'intérieur. Le temps de réaction, le temps de mouvement et la cinématique du mouvement sont enregistrés. Si l'utilisateur clique en dehors de la cible, l'essai est enregistré et compté comme une erreur. En condition d'expansion, quand le curseur arrive à 90% de la distance, la taille de la cible double avec une animation rapide. A la fin de chaque essai, la cible disparaît et le sujet doit ramener le pointeur dans le carré de gauche.

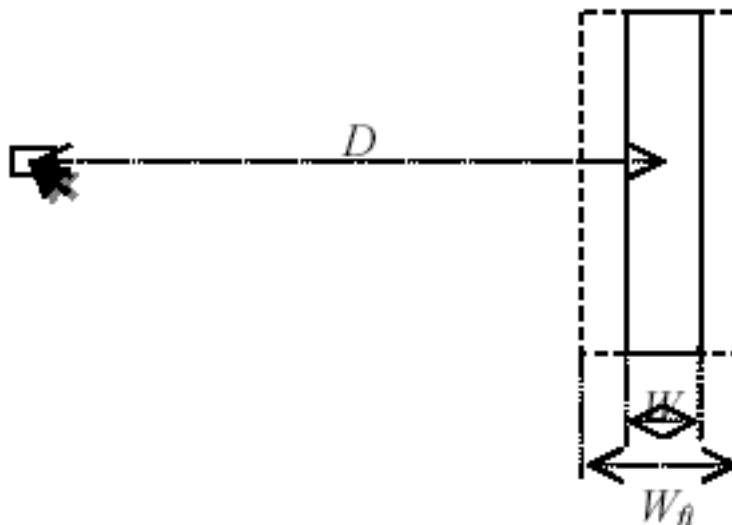


Figure 10. Dispositif expérimental



### 6.3.2.1. Réplication, avec expansion des cibles prédictibles

La réplication de l'expérience de M&B (expansion systématique) nous ont permis de confirmer leurs résultats mais aussi de montrer un profil d'erreur différent en condition d'expansion. S'il est normal que le taux d'erreur augmente avec l'indice de difficulté, on s'aperçoit qu'il augmente d'autant plus en condition d'expansion, et qu'il est même plus élevé qu'en condition statique pour des tâches difficiles. Ce résultat conduit à penser que l'application à la conception d'interface n'est pas évidente, surtout que les interfaces graphiques mettent en jeu des cibles pouvant être petites et donc difficiles à atteindre.

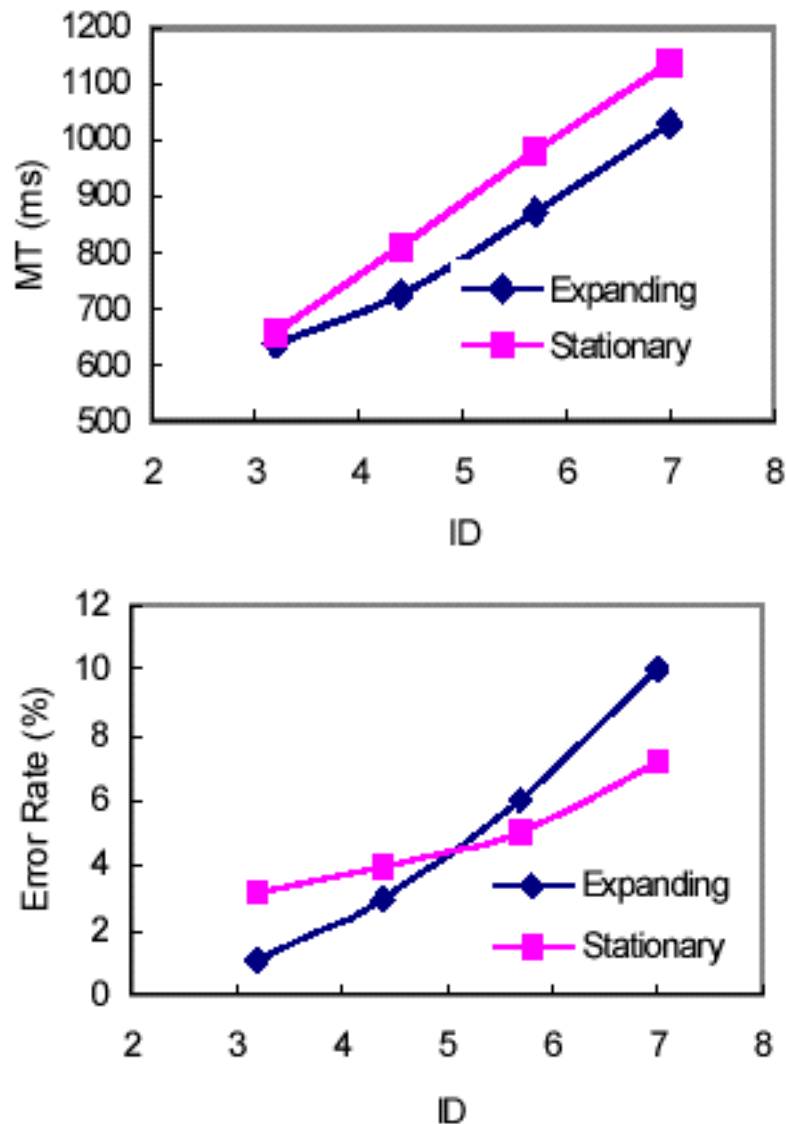


Figure 11. Gain de performance en condition d'expansion (à gauche), et taux d'erreur (à droite).

D'autre part, l'étude de la cinématique du mouvement montre que les premiers 90% de la distance sont couverts par à peu près 50% du temps de mouvement. Ceci explique la possibilité physiologique pour les sujets de réagir à l'expansion, qui se produit "loin" plutôt que "tard".

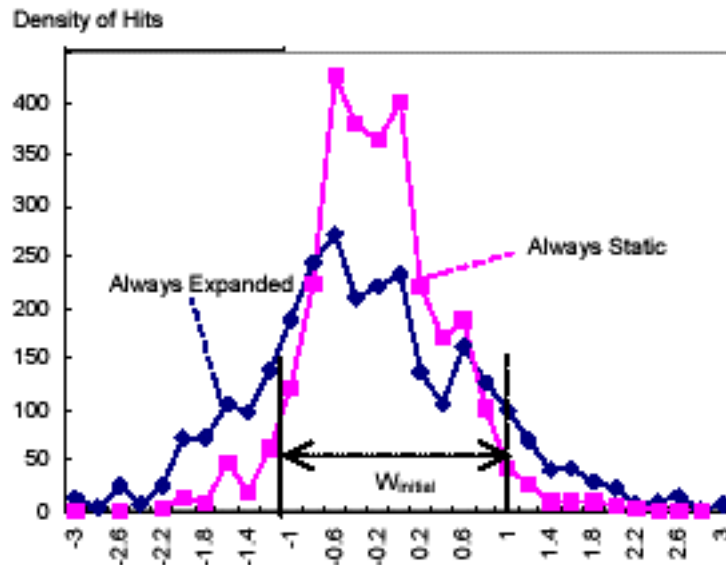


Figure 12. Répartition des clicks, confirmant que les utilisateurs tirent avantage de l'expansion.

#### 6.3.2.2. Expansion des cibles non prédictible

Dans une seconde expérience de schéma identique à la première, les cibles peuvent soit rester statiques, soit doubler de taille, soit diminuer de taille, et ceci de façon non prédictible pour l'utilisateur. Si l'on considère uniquement les cibles qui ont subi une expansion et qu'on les compare à celles qui restent statiques, on observe à nouveau un gain de performance, ce qui confirme que les sujets profitent de l'augmentation de la taille des cibles. De plus, l'évolution du taux d'erreur en fonction de la difficulté de la condition "expansion" n'a plus le comportement pathologique de la première expérience. Il est même inférieur au taux d'erreur constaté en condition "statique".

#### 6.3.2.3. Implication pour les interfaces

Les expériences réalisées confirment que les sujets peuvent tirer partie d'une augmentation, en ligne, de la taille des cibles. Cependant, ce résultat n'est pas immédiatement applicable à une interface graphique, car il faudrait que le système connaisse la cible visée, ce qui éliminerait toute nécessité de pointage.

L'étude de M&B avait initialement été motivée par le dispositif du Dock de Mac OS X. Il s'agit d'une juxtaposition d'icônes en bas de l'écran qui se déforme lorsque le curseur s'approche, de telle sorte que les cibles proches du curseur s'agrandissent. Malheureusement, le comportement du Dock n'apporte aucun avantage dans les tâches de pointage. En effet, le dock conserve un espace d'affichage statique, et les cibles se déplacent en même temps qu'elles changent de taille de façon telle que le changement de taille ne réduit pas l'indice de difficulté associé.

Il apparaît donc clairement que l'expansion des cibles doit utiliser une meilleure prédiction de la cible choisie par l'utilisateur. Nous avons proposé un Dock modifié, dans lequel c'est la direction du mouvement, et non pas seulement la position du curseur, qui détermine la cible agrandie. Il nous reste à tester cette nouvelle technique de façon expérimentale.

#### 6.3.2.4. Perspectives

Nous allons poursuivre les travaux sur le pointage et la navigation en continuant d'une part les études à caractère fondamental et d'autre part leur application pratique dans les interfaces graphiques, par le développement de nouvelles techniques d'interaction.

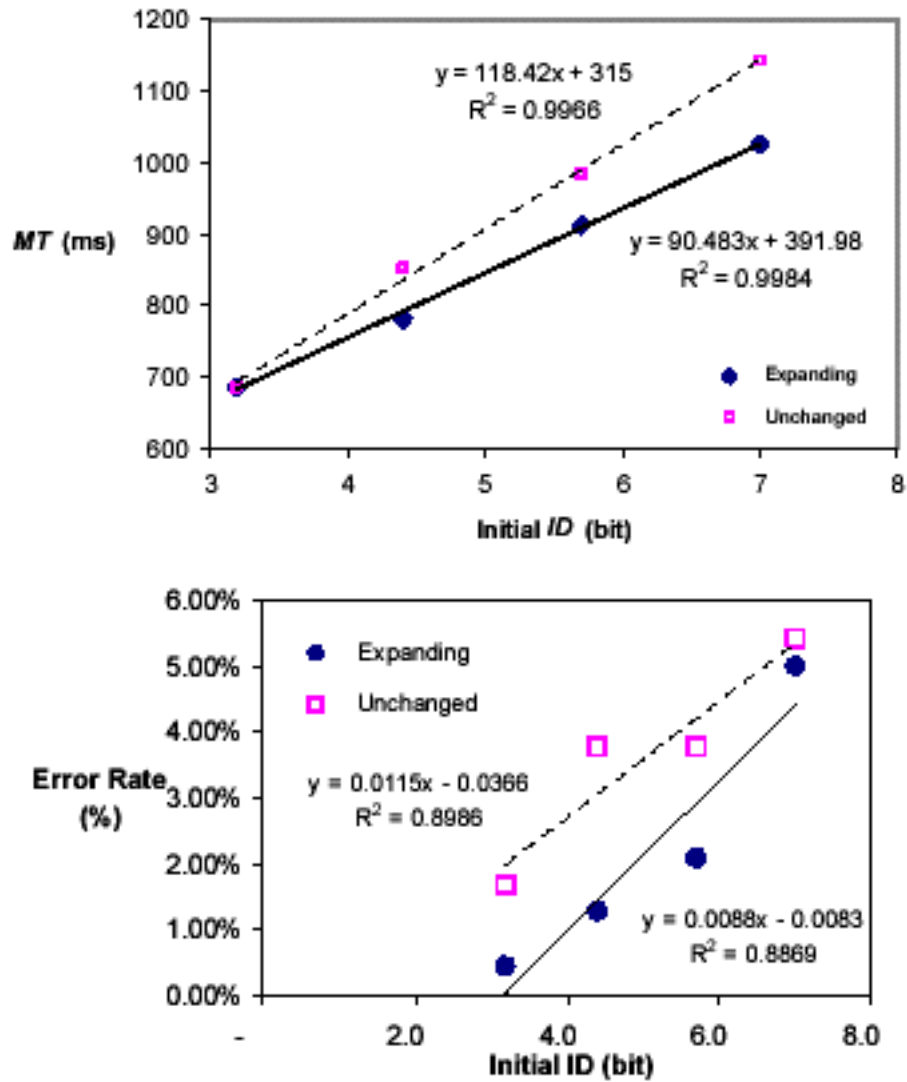


Figure 13. Gain de performance en condition d'expansion non prévisible (à gauche) et taux d'erreur (à droite).

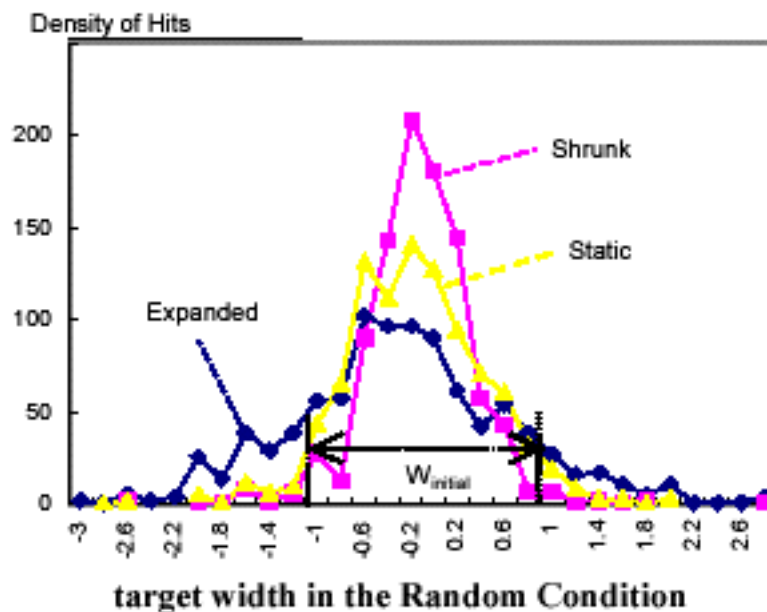


Figure 14. Répartition des clics, confirmant à nouveau que les utilisateurs tirent avantage de l'expansion.

## 6.4. Papier Interactif

**Participant**es : Wendy Mackay, Catherine Letondal.

Malgré les prédictions, le "bureau sans papier" n'existe pas. Toute le monde fait face au même problème : comment gérer les masses croissantes de documents physiques et numériques ? Le plus souvent, les solutions qui remplacent brutalement les documents papiers existants par un système informatique classique ne marchent pas. Même si les utilisateurs adoptent les documents en ligne, les versions papier subsistent. Nos travaux sur le papier interactif explorent une autre approche : intégrer les deux formes de documents, en gardant les avantages de chacun tout en évitant leurs inconvénients respectifs.

Nous avons travaillé avec l'Institut Pasteur, à Paris, pour explorer ce problème dans un contexte spécifique : les cahiers de laboratoire. Pour des raisons financières, juridiques et historiques, ces cahiers, qui contiennent le détail des expérimentations faites par les biologistes, doivent être en papier. En même temps, les biologistes sont des utilisateurs avertis de l'informatique : bases de données génétiques, systèmes d'analyse de données, Internet, etc. Nous avons donc étudié ensemble comment intégrer les aspects physiques et numériques dans un nouveau système, qui s'appelle le *A-Book* (augmented laboratory notebook).

### 6.4.1. Stratégie de la recherche

La recherche sur la réalité augmentée remet en cause les interfaces à base de clavier, écran et souris. En fait, nous pouvons utiliser n'importe quel objet physique comme interface des informations numérique et créer ainsi de nouvelles formes d'interaction qui soient plus adaptées aux activités des utilisateurs.

Le cahier du laboratoire est un document intéressant, parce que les utilisateurs ont un fort besoin d'information sous forme physique aussi bien que numérique. Notre approche consiste à utiliser la conception participative avec trois types d'utilisateurs : les biologistes, les archivistes et les directeurs. Notre étude de terrain a inclus des interviews et des observations in situ (filmées) pour mieux comprendre les besoins des utilisateurs et leurs points de vue. Nous avons aussi organisé des ateliers, et utilisé le *brainstorming vidéo* et le *prototypage vidéo* pour explorer l'espace de conception des cahiers augmentés. Nous avons créé trois prototypes et les avons présentés aux utilisateurs pour avoir leur feedback et les améliorer. Le dernier prototype,

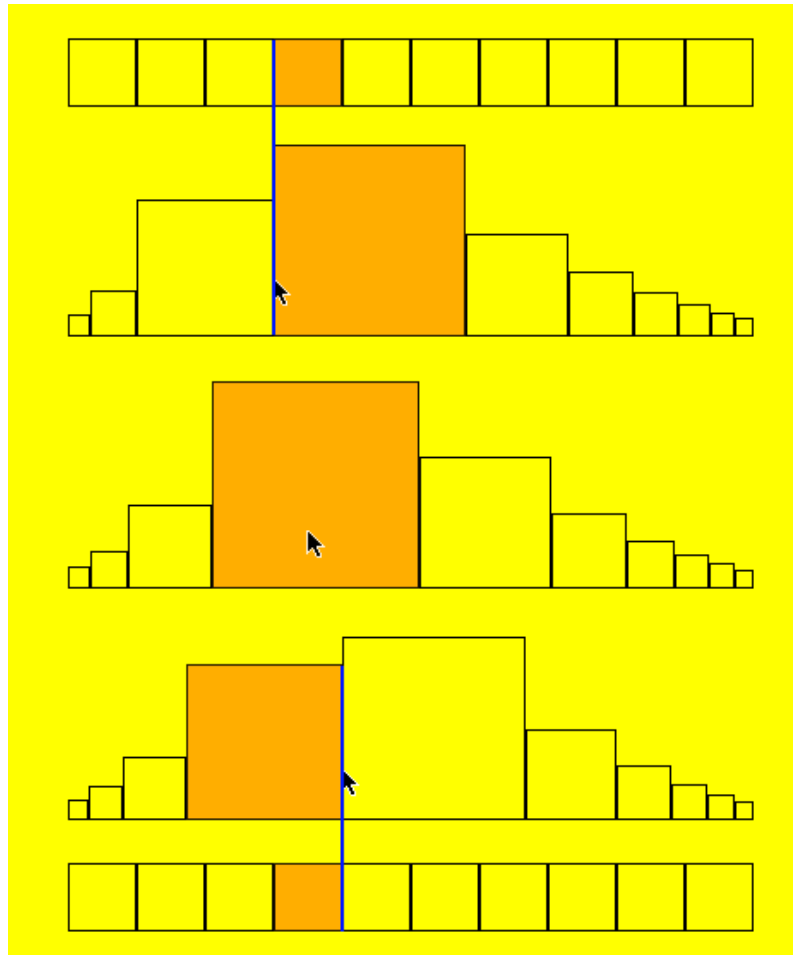


Figure 15. Le Dock de Mac OS X grossit les cibles à l'écran, mais pas dans l'espace moteur car elles se déplacent en direction opposée du mouvement du curseur.

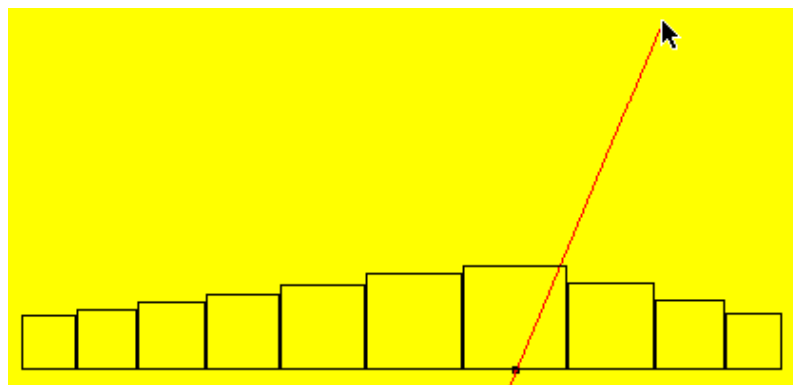


Figure 16. Nouvelle version du Dock : la cible agrandie dépend de la direction du déplacement du curseur.

l'A-Book, est en court de brevet [MP02], et nous publié un article qui décrit l'architecture qui supporte les données persistantes et les différentes couches d'information permettant d'intégrer les composantes physiques et numériques des cahiers augmentés [MLP+02].

#### 6.4.2. *Étude de terrain*

Nous avons commencé avec la perspective des biologistes, mais nous avons rapidement observé que les archivistes et le management ont eux rôle important dans le cycle de vie des cahiers de laboratoire. Pour les biologistes, le cahier est un document à la fois très formel et très personnel. Chaque individu doit noter ses hypothèses, ses procédures et ses résultats, normalement à la main. Mais ces cahiers sont aussi des documents multimedia : les biologistes non seulement écrivent et dessinent, mais ils collent des photographes, des radios, les résultats des analyses imprimés depuis l'ordinateur, et même les résultats directs des expérimentations, comme les lames et les spécimens. Les cahiers font souvent référence à des objets externes, comme des souris vivantes dans une animaleries ou spécimens conservés au frigo. Malgré leur expérience des ordinateurs et l'usage quotidien qu'ils en font, les biologistes apprécient la simplicité et la souplesse de leurs cahiers. Mais quelques tâches sont lourdes, comme la création des tables de matières et des index (utile pour les archivistes) ou la recherche d'une expérience particulière. Ainsi, les sommaires ne sont jamais réalisés selon les directives prescrites par la direction. Enfin, il est difficile et souvent frustrant de chercher des informations dans le cahier d'un collègue.

L'Institut Pasteur gère avec soin les cahiers du laboratoire : chaque cahier est numéroté et enregistré. La direction s'intéresse de prêt aux brevets, qui représentent un tiers des ressources de l'Institut. Il faut enregistrer les pages avec les résultats brevetables, la date, la signature de l'expérimentateur et celle d'un témoin. Un groupe d'archivistes permanents conservent les cahiers après le départ des biologistes. Ils s'intéressent à leur valeur à la fois pour la recherche et pour des raisons historiques. Il sont responsables de retrouver les informations des années ou même des décennies après. Pourtant, il y a des problèmes liés au stockage du papier, parce que l'encre peut s'étaler ou les pages peuvent se coller les unes aux autres. Mais la conservation des informations numérique est encore plus difficile : elles peuvent facilement disparaître ou devenir inaccessible lorsque le logiciel, le format, le support ou l'ordinateur n'est plus là.

#### 6.4.3. *Conception de l'A-book*

Les résultats des nos études et activités avec les utilisateurs à l'Institut Pasteur ont conduit à la conception de l'A-Book, le troisième d'une série de prototypes de cahiers augmentés. Le système inclut une tablette graphique sur laquelle est posée un cahier paper, un stylet qui écrit sur le papier et qui est suivi par la tablette, un ordinateur, et un PDA de type iPAQ, auquel a été ajouté un capteur de position repéré par la tablette afin de localiser la position et l'orientation du PDA sur la tablette. Lorsque le PDA est posé sur un cahier lui-même posé sur la tablette, il affiche le contenu de la page qui est dessous, donnant l'illusion d'une lentille, équivalent physique des Magic Lenses développées à Xerox PARC .

Le biologiste peut écrire sur les pages du cahier avec le stylet encreur de la tablette. Ses gestes sont donc capturés, permettant ainsi la création d'une copie électronique et datée des informations écrites sur chaque page. Ces données peuvent être utilisées pour reproduire sur un écran le texte écrit à la main sur chaque page du cahier. Si le biologiste colle sur une page le résultat imprimé d'une analyse informatique, il peut noter un code unique (généralisé par le système Pise ) pour l'associer à la version en ligne du cahier. Le biologiste peut également souligner un texte pour indiquer que l'A-Book doit l'interpréter, c'est-à-dire lancer une reconnaissance de l'écriture. Cela peut servir par exemple à entrer une séquence d'ADN manuscrite dans un programme d'analyse, ou faire un lien avec une page Web dont on a noté l'adresse.

Le biologiste peut créer des liens entre n'importe quel item d'une page et une autre page ou un objet physique externe (repérer par exemple par un tag RFID). Pour les pages brevetable, le système peut enregistrer le contenu des pages (et les dates) avec les signatures des expérimentateurs et des témoins dans un système sécurisé, voire de les envoyer directement au service juridique. Enfin, pour améliorer la recherche d'information, et pour aider la création du sommaire automatique, le biologiste peut marquer les entrées qu'il veut indexer ou mettre dans le sommaire en les entourant d'un rectangle de sélection. La table des matières

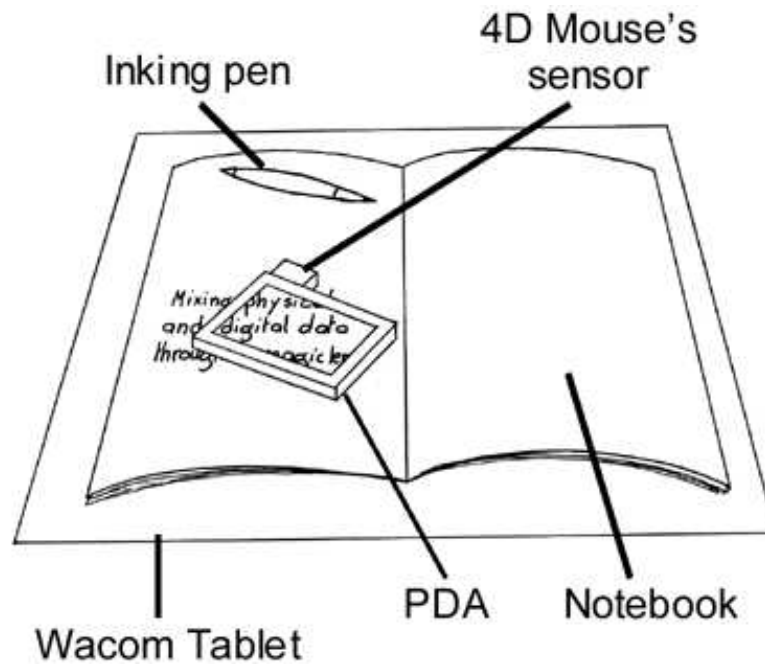


Figure 17. Principe du A-Book.

et l'index sont ainsi créés automatiquement. En incluant une reconnaissance d'écriture sur les parties ainsi repérées, on peut grandement améliorer la recherche d'information dans les cahiers.

Nous avons découvert que les biologistes écrivent sur leurs cahiers la plupart de temps à leur bureau. Pour cette utilisation, une tablette graphique ne pose pas de problème. Mais il est parfois important de d'emporter le cahier avec soi, auquel cas la dépendance envers un système fixe est un obstacle. Dans ce cas, le biologiste peut utiliser le PDA à la place du cahier pour annoter des pages, chercher des informations, suivre des liens (soit vers les autres pages du cahier, soit vers des pages Web, soit vers des objets physiques externes). Nous avons aussi montré une application où le biologiste peut utiliser le PDA pour enregistrer des animaux (par exemple les souris d'une animalerie) dans une base de données, et les suivre grâce à des tags RFID.

#### 6.4.4. Perspectives

Ce troisième prototype est le plus prometteur à ce jour et l'Institut Pasteur souhaite poursuivre le projet. Nous sommes intéressés par un nouveau produit, le stylo Annoto, qui évite d'avoir une tablette graphique pour capturer l'écriture, et qui résout le problème du repérage de la page courante du cahier (qui doit être fait manuellement actuellement). Nous envisageons donc de produire un quatrième prototype avec le stylo Annoto et un PDA et de le tester avec des biologistes de l'Institut Pasteur, in situ.

## 6.5. Visualisation Interactive Haute Performance

**Participant :** Jean-Daniel Fekete.

Le domaine de la visualisation d'information a beaucoup évolué depuis une dizaine d'années et continue d'évoluer à une vitesse importante, comme le prouve la parution en 1999 d'un ouvrage fondamental faisant le point sur le domaine. Depuis, les conférences d'IHM constatent une croissance des soumissions du domaine de la visualisation, ainsi que de la qualité des articles soumis.

Parmi les problèmes importants du domaine, deux ont retenus notre attention : le passage à l'échelle et la constitution de benchmarks.

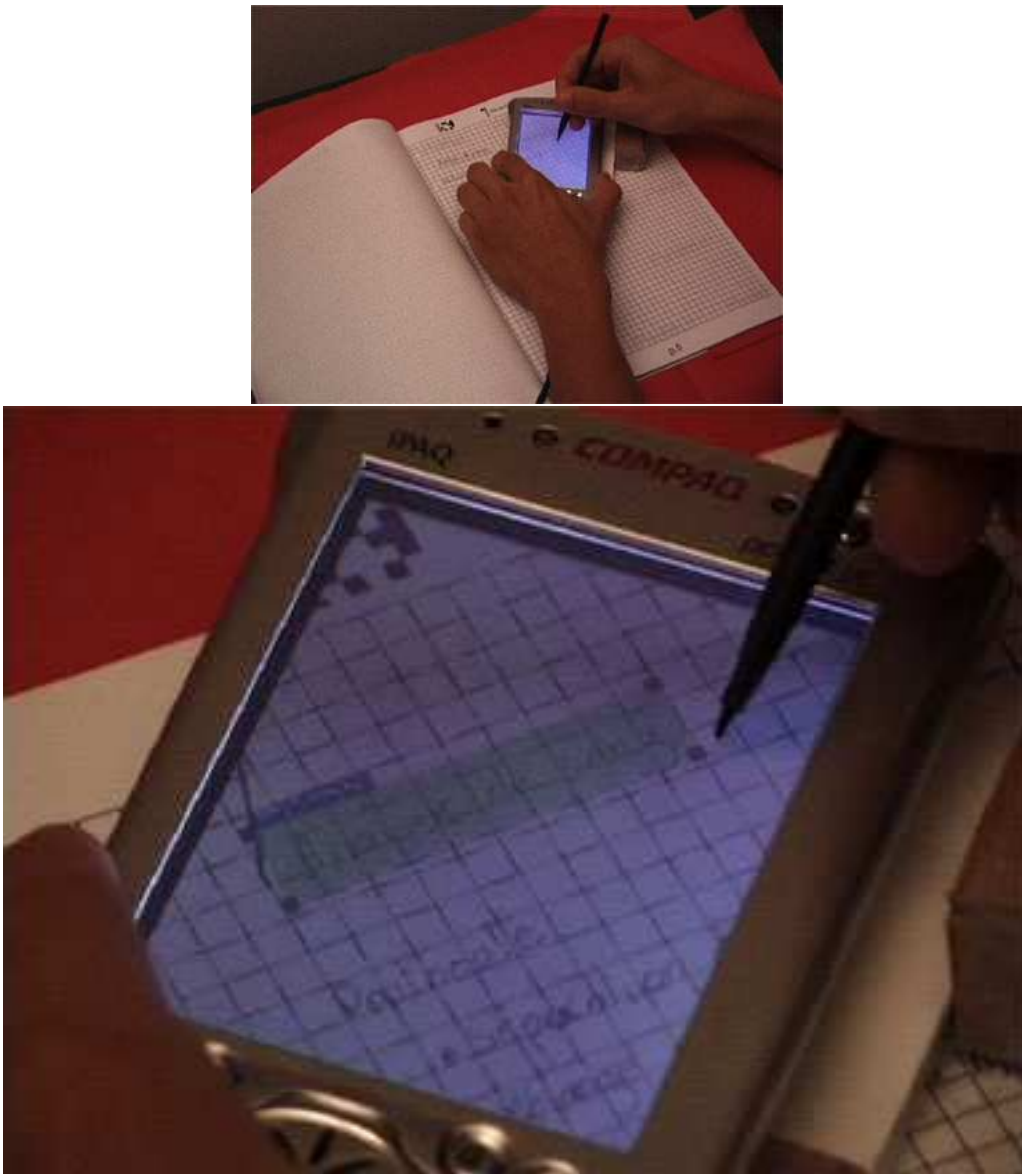


Figure 18. Vue d'ensemble et vue de détail du A-Book. L'image de droite montre la création de l'ancre d'un lien.



### 6.5.1. Passage à l'échelle

Les techniques de visualisation d'information actuelles permettent de visualiser de mille à cent-mille items. Quelques articles prétendent aller plus loin, mais ils ne visualisent pas vraiment cette quantité d'information : ils utilisent une technique d'agrégation ou d'échantillonnage pour réduire la quantité d'items réellement visualisés. Notre travail s'intéresse aux limites de la visualisation sans recourir à ces techniques de réduction de données.

Nous avons mis au point des techniques qui permettent de visualiser environ un million d'items sur un écran de 1600 par 1200 pixels, en utilisant des cartes graphiques accélérées, la bibliothèque graphique OpenGL et des méthodes de programmation adaptées au calcul numérique intensif en C++. Nous nous appuyons sur des améliorations techniques et sur des mécanismes de perception qui autorisent l'augmentation de la densité des donnés.

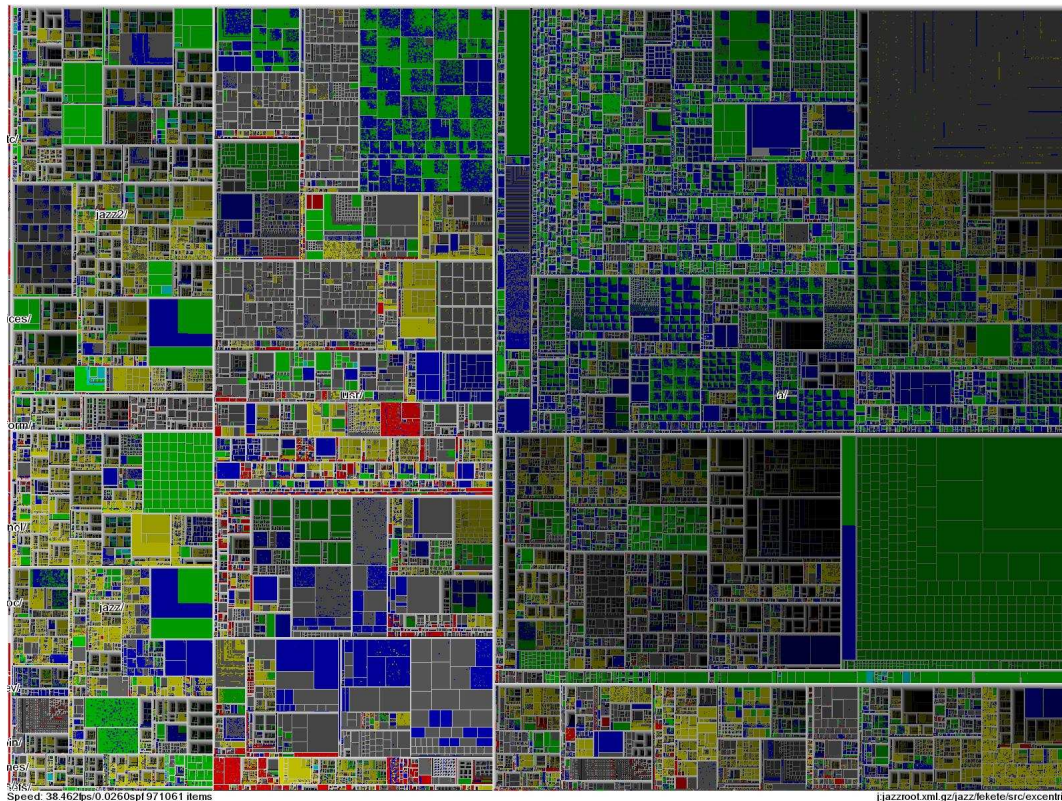


Figure 19. Visualisation d'une arborescence contenant environ un million de fichiers et dossiers.

Pour visualiser des données de manière très dense, il est essentiel d'économiser les pixels de l'écran. Les techniques de visualisation traditionnelles affichent chaque item surfacique avec une couleur et le détournent, généralement en noir. Détourner chaque item requiert un pixel noir de chaque côté, deux pixels dans chaque dimension soit quatre millions de pixels pour visualiser un million d'items. C'est déjà plus que l'ensemble des pixels disponibles sur un écran de 1600x1200 pixels. Pour éviter cela, nous affichons chaque item avec un léger dégradé qui est accentué par le système perceptif (bandes de Mach) et rend les items distinguables (voir figure 20).

Un autre problème important pour naviguer dans des représentations très denses de données est de pouvoir suivre des changements de vues. Lorsqu'on change les paramètres de la visualisation, la représentation à l'écran change brutalement, empêchant de comprendre les relations visuelles qui lient la vue précédente et la

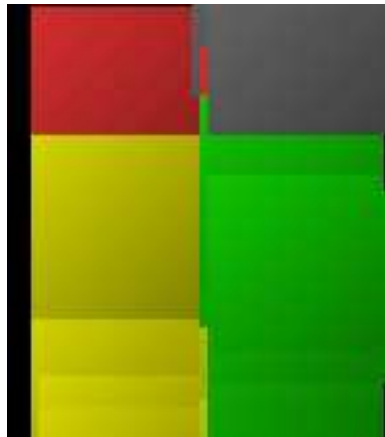


Figure 20. Utilisation de dégradés de couleurs pour distinguer des items

vue courante. Nous avons mis en œuvre des techniques d'animation de transitions qui facilitent le suivi des zones graphiques lors de ces changements de vues.

Ces techniques sont décrites dans l'article [FP02] et illustrées sur la page WEB du projet <http://www.cs.umd.edu/hcil/millionvis> à l'université du Maryland.

### 6.5.2. Constitution de benchmarks

Le domaine de la visualisation d'information ne dispose pas encore de tests standards permettant de comparer des techniques de visualisations de manière un peu contrôlée. Une action spécifique du CNRS sur la visualisation d'information, coordonnée par Michel Beaudouin-Lafon et Guy Mélançon de l'université de Montpellier, propose de créer et d'organiser un site WEB de benchmarks pour faire avancer ce problème. Pour obtenir des résultats initiaux et fiables sur l'analyse de ces benchmarks, nous avons lancé une compétition de visualisation qui est organisée par le symposium "Information Visualization" de l'IEEE (<http://www.infovis.org>). L'organisation de cette compétition est faite par Jean-Daniel Fekete en collaboration avec Catherine Plaisant de l'université du Maryland.

Les résultats de cette compétition serviront à remplir le site de benchmarks actuellement hébergé à l'université de Montpellier, au LIRMM. Les premiers résultats de la compétition seront annoncés lors du symposium InfoVis à Seattle en octobre 2003.

### 6.5.3. Perspectives

Nos travaux sur la visualisation d'information vont s'orienter vers les boîtes à outils et la visualisation interactive de graphes. Ils s'intégreront plus profondément aux autres thèmes de l'équipe.

Nous avons maintenant une bonne expérience sur les contraintes d'architecture logicielle nécessaires à la visualisation haute performance. Nous travaillons actuellement sur une boîte à outils qui faciliterait l'intégration de techniques de visualisation à l'intérieur d'applications spécifiques. Cette boîte à outils facilitera aussi la création de nouvelles techniques de visualisation ou leur adaptation sans avoir à refaire un système complet. En particulier, nous travaillons actuellement sur la visualisation de graphes pour apporter de l'aide à la mise au point de programmes par contraintes et nous pourrions réutiliser l'ensemble des techniques d'interaction déjà utilisée pour les arbres et les tables.

## 6.6. Interaction et Design

**Participants :** Helen Evans, Heiko Hansen, Nicolas Roussel.

Le design d'interactions ("Interaction Design") concerne la fusion entre culture et technologie afin d'imaginer l'interaction entre les personnes et de nouveaux types de produits, de services et d'espaces. Le processus de

design d'interactions est organisé en trois axes : les études culturelles, le prototypage rapide et la diffusion au public.

Les études culturelles aident les designers à concevoir de nouvelles façons d'interagir en "situant" la technologie au sein du cadre culturel. Entre autres choses, les études culturelles s'intéressent à la sémantique des représentations, l'utilisation de la forme pour la fonction et l'usage de matériaux et de processus spécifiques. Par exemple, une étude culturelle peut chercher à mieux comprendre quel est l'impact de la mode sur la façon dont on réagit à un objet et dont on interagit avec lui. Les significations sociales que l'on peut dériver des artefacts et de l'analyse du langage visuel permettent l'exploration d'un large spectre de designs possibles. Les connaissances culturelles sur la façon dont les personnes interagissent entre elles aujourd'hui peuvent nous guider dans la création de nouveaux protocoles (sociaux) de communication pour des micro-cultures.

Le prototypage rapide permet aux chercheurs de développer des prototypes opérationnels à partir de composants sur étagère. En utilisant des outils tels que les circuits reprogrammables, des composants électroniques simples, le montage vidéo, le modelage 3D, le dessin, les modèles en carton, un projet peut rapidement faire évoluer un concept d'une idée vers un objet matériel. Au cours de ce processus, l'équipe identifie les fonctions électroniques les plus simples qui puissent être assemblées de façon à créer les interactions nécessaires à un scénario. De cette façon, le processus de conception permet aux chercheurs de créer une expérience interactive.



Figure 21. Prototypage vidéo d'un miroir augmenté.

La diffusion vers le public permet à l'équipe d'évaluer le design proposé dans un contexte spécifique. Les prototypes sont testés en situation : au travail, chez soi, dans un jardin public, un musée, etc. Sur le plan culturel, il est important d'exposer les utilisateurs à une situation de performance (au sens de performance artistique) afin de faire émerger des perspectives pour le design qui vont au-delà des cadres d'évaluation établis, tels que la mesure quantitative de la vitesse et de l'efficacité. L'approche du design d'interactions s'intéresse plutôt à la qualité de l'expérience interactive, la valeur culturelle, l'esthétique et la valeur marketing de l'innovation technologique.

## 6.7. Interaction pour le bureau numérique

**Participants :** Olivier Beaudoux, Nicolas Roussel, Michel Beaudouin-Lafon.

### 6.7.1. Approche centrée documents

Dans leur immense majorité, les environnements interactifs actuels sont fondés sur la notion d'application. Une application est dédiée à la manipulation de données typées (ou contenu) comme le texte, l'image, le dessin vectoriel. Les systèmes de fenêtrage permettent de passer d'une application à l'autre, et des techniques telles que le copier-coller permettent de transférer du contenu entre applications. De très nombreuses activités, comme par exemple la réalisation d'une page Web, d'un document technique, d'une illustration, imposent donc à l'utilisateur de jongler entre plusieurs applications. Une telle approche engendre une charge cognitive supplémentaire pour l'utilisateur et rend les systèmes actuels complexes d'usage.

Les éditeurs de logiciels ont commencé à réagir à cet état de fait. Certains éditeurs de texte intègrent des fonctionnalités de dessin, mais elles sont limitées et n'éliminent pas le recours à des applications dédiées. D'autres applications sont extensibles par l'intermédiaire de *plug-ins*, mais leur interface est souvent séparée du reste de l'application hôte. Enfin, certains éditeurs de logiciels créent des suites d'application dont les interfaces sont similaires, avec de nombreux outils et commandes identiques, afin de limiter la charge cognitive liée à l'utilisation d'applications multiples.

Ces approches tendent à mettre le document, plutôt que l'application, au centre du processus d'interaction. Historiquement, c'est cette approche centrée sur les documents qui a été adoptée sur le Xerox Star. Plus récemment, des architectures telles que OpenDoc et OLE ont cherché à factoriser l'utilisation d'applications au travers de documents composites : un document n'est pas géré par une application dédiée à son type, mais ses différentes parties peuvent être manipulées par des applications compatibles avec les types desdites parties. Ces approches n'éliminent pas la présence des applications, mais les rendent moins visibles. Ainsi le passage d'une partie à une autre crée une rupture dans l'interaction et il n'est pas possible d'utiliser le même outil sur des parties différentes.

Nous avons commencé à explorer la conception d'un environnement qui remette le document au centre du processus d'interaction et abandonne la notion d'application au sens classique. Cet environnement s'appuie sur un modèle, appelé DPI (Documents, Présentations, Instruments), qui combine un modèle de document basé sur XML et un modèle d'interaction basé sur l'interaction instrumentale.

DPI est d'abord un modèle conceptuel qui définit les composants fondamentaux de l'environnement et leurs relations. Il s'appuie sur la théorie de l'action de Norman qui décrit l'interaction comme une série de boucles intention, exécution, perception, évaluation. L'exécution passe par des instruments d'interaction, tandis que la perception passe par la représentation du document. Le fait qu'un document informatique puisse offrir plusieurs représentations, éventuellement simultanément, est une source à la fois de problèmes et de possibilités nouvelles. En particulier, les représentations multiples peuvent servir de base à l'édition collaborative, chaque participant éditant le document à travers une représentation distincte.

La mise en œuvre du modèle conceptuel passe par la définition d'un modèle fonctionnel. Celui-ci décrit un document comme un ensemble de *propriétés*. Ces propriétés peuvent être clientes de *services* offerts par les instruments d'interaction. Par le jeu des règles de compatibilité entre services, il est possible de créer des instruments qui éditent des documents sans que ceux-ci ne se connaissent a priori. Ce découplage est l'une des clés du modèle DPI pour créer de véritables environnements intégrés fondés sur les notions de document et d'instrument.

Avant de se lancer dans la mise en œuvre du modèle DPI, il est souhaitable de le valider par un ensemble de prototypes légers. Nous avons développé des animations réalisées avec le logiciel Flash, illustrant un certain nombre de scénarios d'utilisation d'un tel environnement par un utilisateur final. Ces prototypes ont permis d'une part de travailler sur la conception de l'interface elle-même, et d'autre part comme moyen d'évaluer le modèle DPI et identifier de nouveaux besoins.

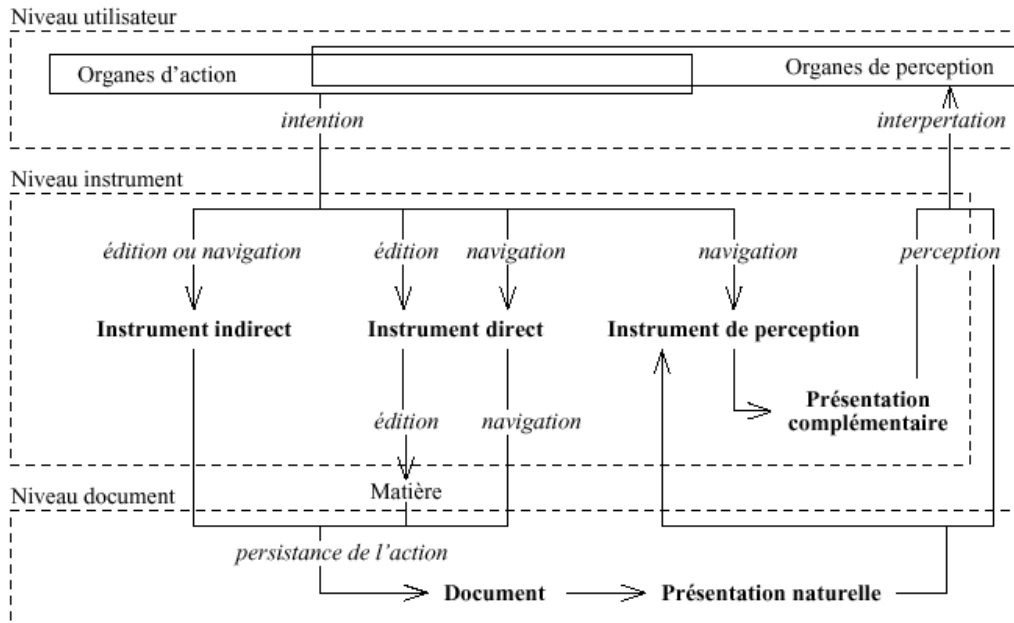


Figure 22. Le modèle conceptuel DPI.

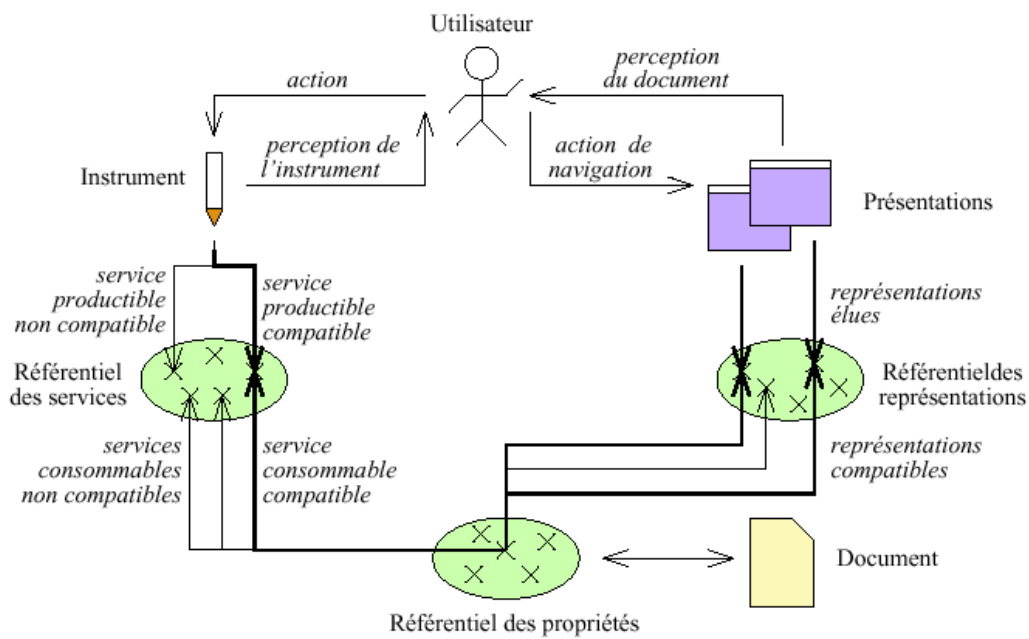


Figure 23. Le modèle fonctionnel DPI.

Pad++ ZUI

- [14] James D. Hollan and Scott Stornetta, Beyond Being There, In *Proceedings of CHI'92 Human Factors in Computing Systems*, ACM/SIGCHI, 1992, pp. 119-125. (also appeared as a chapter in *Readings in Groupware and Computer Supported Cooperative Work* (Becker, Ed.), 1993, pp. 842-848.
- [15] George Lakoff and Mark Johnson, *Metaphors We Live By*. University of Chicago Press, 1980.
- [16] John K. Ousterhout, *Tcl and the Tk Toolkit*, Addison Wesley, 1994.
- [17] Ken Perlin and David Fox. Pad An Alternative Approach to the Computer Interface, In *Proceedings of 1993 ACM SIGGRAPH Conference*, pp. 57-64.
- [18] Maureen C. Stone, Ken Fishkin, and Eric A. Bier. The Movable Filter as a User Interface Tool, in *Proceedings of CHI'94 Human Factors in Computing Systems*, ACM / SIGCHI, 1994.
- [19] Ivan E. Sutherland. Sketchpad: A man-machine graphical communications systems, In *Proceedings of the Spring Joint Computer Conference*, 1963, pp. 329-346, Baltimore, MD: Spartan Books.

conférence

```

graph BT
    DI[DirectInstrument] --> I[Instrument]
    II[IndirectInstrument] --> I
            
```

Figure 3 - Taxonomie des instruments

Instruments usuels

Cadreur

Marqueur

Lieur

Stylo

nt de vue de l'utilisateur, il ne faut pas dissocier un instrument en  
 ents, l'un physique et l'autre logique : les deux ne font qu'un.  
 voir l'impression de continuité entre le côté logique et le côté

des instruments sont destinés à modifier des objets existants,  
 ts sont simplement destinés à les observer : ils servent à  
 'à agir. C'est le cas d'une loupe ou de la lentille magique de \* par  
 truments se comportent comme des instruments directs dont  
 l'instrument lui-même et non pas sur l'objet d'intérêt. Ces  
 ssent des présentations complémentaires des documents (voir

Cette analyse des instruments d'interaction nous conduit à classer les instruments  
 en trois catégories (figure 3) :

Figure 24. Exemple d'interface basée sur le modèle DPI.

### 6.7.2. Gestion de l'espace de travail graphique

Myers définit le gestionnaire de fenêtres comme « un logiciel qui aide l'utilisateur à surveiller et à contrôler différents contextes en les répartissant physiquement dans des zones d'affichage différentes sur un ou plusieurs écrans ». Il ajoute « avant les gestionnaires de fenêtres, les gens devaient se souvenir de leurs diverses activités et des moyens leur permettant de passer de l'une à l'autre ». Près de vingt ans après l'adoption générale de la métaphore du bureau et des fenêtres superposables, la diversité et le nombre croissant de nos activités reposant sur l'usage de systèmes informatiques font qu'il est à nouveau difficile de se souvenir de ces activités et de les organiser.

La communauté de recherche en Interaction Homme-Machine propose régulièrement de nouvelles métaphores ou techniques d'interaction destinées à étendre ou à remplacer les gestionnaires de fenêtres actuels. Parmi les travaux récents, on peut ainsi citer la métaphore des piles, les fenêtres élastiques, les fenêtres pivotables et retournables ou encore le placement semi-automatique des fenêtres assuré par un système de résolution de contraintes. Pourtant, nombre de ces propositions n'ont jamais été mises en oeuvre dans un gestionnaire de fenêtres réel. Les piles, par exemple, ont été prototypées avec Macromind Director. Les fenêtres élastiques n'ont été implémentées que comme sous-fenêtres d'une application particulière. Enfin, les fenêtres pivotables et retournables ont été prototypées en Tcl-Tk.

Accompagnant le développement des cartes graphiques, les bibliothèques graphiques utilisables par les concepteurs d'applications ont considérablement évolué ces dernières années. Ainsi, Direct3D ou OpenGL permettent aujourd'hui de mettre en oeuvre relativement simplement des techniques d'interaction graphique avancées telles que les outils transparents ou les surfaces 2D infiniment zoomables. Paradoxalement, pendant ce temps, les bibliothèques graphiques utilisées par les systèmes de fenêtrage n'ont quasiment pas évolué, rendant difficile voire impossible l'application au niveau des fenêtres de certaines fonctionnalités offertes par le matériel, telles que la transparence, le placage de texture ou les transformations géométriques 3D.

Les différences importantes existant entre les bibliothèques graphiques utilisables par les développeurs d'applications et celles qui sont utilisées par les systèmes de fenêtrage expliquent sans doute en partie pourquoi si peu de nouvelles techniques d'interaction ont été mises en oeuvre dans un contexte réel de gestion de fenêtres. Nous avons donc conçu et développé une boîte à outils spécifiquement destinée à faciliter l'exploration de nouvelles techniques de gestion de fenêtres : videoWorkspace.

VideoWorkspace permet à la fois le prototypage rapide de ces techniques, à la manière des prototypes Director ou Tcl-Tk des Piles ou, mais également leur mise en oeuvre dans un contexte réel l'utilisation basé sur des applications existantes, à la manière de. VideoWorkspace permet de décrire des techniques d'interaction graphique pouvant être appliquées à trois classes de fenêtres :

- des pseudo-fenêtres simples, qui ne sont que des rectangles colorés aléatoirement ;
- des pseudo-fenêtres texturées, qui contiennent une image fixe ou un flux vidéo ;
- les fenêtres d'applications X Window en cours d'exécution.

Les pseudo-fenêtres simples sont destinées à être utilisées dans les premières phases de l'exploration d'une technique d'interaction particulière. Les pseudo-fenêtres texturées peuvent ensuite fournir une vision plus réaliste en montrant des captures d'applications fixes ou animées. Enfin, les fenêtres d'applications X Window permettent de tester et d'évaluer la technique d'interaction mise au point dans un contexte réaliste.

VideoWorkspace utilise OpenGL pour l'affichage des fenêtres. Le modèle graphique associé à cette bibliothèque offre à cet égard des fonctionnalités très intéressantes. Les changements d'échelle, rotations et translation, par exemple, peuvent être combinés avec une projection en perspective pour afficher les fenêtres en 2D1/2 ou 3D. L'utilisation de la composante alpha permet de créer simplement des objets translucides et des effets d'ombre. L'éclairage pourrait également être utilisé, par exemple, pour mettre en valeur une ou plusieurs fenêtres particulières.

L'affichage de videoWorkspace repose en grande partie sur le placage de texture. Les textures sont utilisées pour afficher les images fixes et les vidéos dans les pseudo-fenêtres. Le placage de texture permet également de transformer en temps réel la géométrie des fenêtres, quel que soit leur contenu.

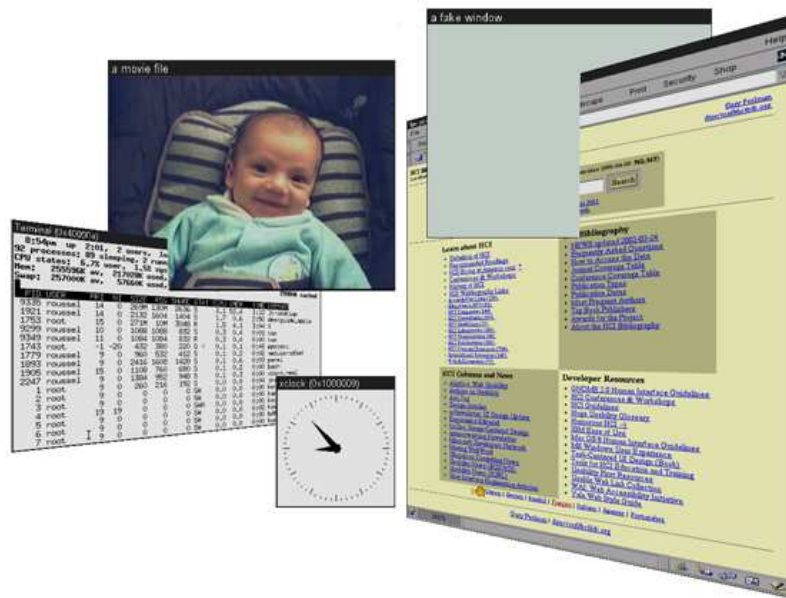


Figure 25. Exemple d'affichage de VideoWorkspace (1/2)

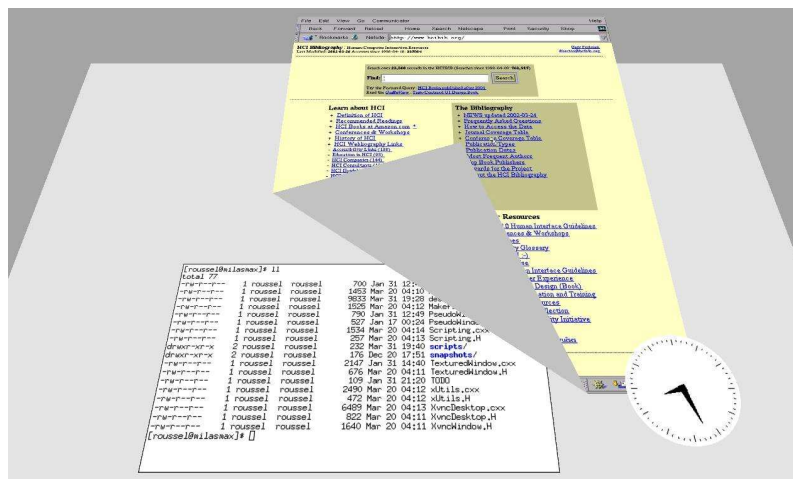


Figure 26. Exemple d'affichage de VideoWorkspace (2/2)



### 6.7.3. Perspectives

Les travaux en cours sur DPI concernent l'extension à un environnement collaboratif. En effet, il nous semble que l'aspect collaboratif est l'une des carences les plus graves des environnements actuels, et qu'un modèle centré sur les documents est à même d'apporter des solutions nouvelles, à la fois simples et puissantes.

Concernant la gestion de l'espace de travail, les travaux vont se poursuivre d'une part en explorant de nouvelles techniques d'interaction et d'autre part en développant des prototypes plus avancés permettant de mieux évaluer ces techniques.

## 7. Contrats industriels

### 7.1. Projet européen IST/FET InterLiving

**Participants :** Wendy Mackay, Michel Beaudouin-Lafon, Stéphane Conversy, Helen Evans, Heiko Hansen, Nicolas Roussel.

Le but du projet InterLiving, dans le cadre du programme Disappearing Computer, Future and Emerging Technologies de la communauté européenne, est de développer des technologies qui contribuent à la communication au sein de la famille. Le projet étudie particulièrement la conception participative de "surfaces partagées" destinées à l'environnement de la vie familiale et notamment à faciliter la communication entre les générations. Les membres du projet forment une équipe pluri-disciplinaire (informatique, sciences humaines, design industriel), et travaillent avec 7 familles (3 en France, 3 en Suède et 1 aux Etats-Unis) avec qui nous développons des prototypes de nouvelles technologies de communication.

Notre participation concerne à la fois le développement de techniques de conception participative adaptée à l'environnement familial, et l'exploration et le développement de prototypes et leur déploiement auprès des familles partenaires du projet.

Partenaires :

- Center for User-Oriented IT Design (CID), KTH, Stockholm, Suède (coordinateur)
- LRI Université Paris-Sud
- INRIA
- HCIL, Université Maryland

Date de début : janvier 2002 ; durée : 36 mois.

### 7.2. Projet RNTL INDIGO

**Participants :** Michel Beaudouin-Lafon [responsable scientifique], Renaud Blanch, Stéphane Conversy, Jean-Daniel Fekete, Nicolas Roussel.

L'objet du projet INDIGO est de concevoir une nouvelle génération d'outils pour le développement et la mise en oeuvre d'applications graphiques interactives distribuées. L'architecture proposée sera constituée d'un ensemble de composants (ou serveurs) de deux types : des serveurs d'objets applicatifs, et des serveurs d'interaction et de rendu graphique. L'objectif est de séparer la gestion des objets de l'interface de sa réalisation. Le rendu graphique et la mise en oeuvre des interactions peuvent ainsi être optimisés en fonction des périphériques disponibles et du contexte. Cette architecture nécessite un protocole de communication de haut niveau entre serveurs d'objets et serveurs d'interaction.

Le projet INDIGO vise à définir un protocole standard pour cette nouvelle génération d'applications interactives distribuées. Dans cette optique, le protocole sera défini en collaboration avec le groupe de travail "XML Protocol" du W3C ; il sera dès que possible soumis à cette organisation pour intégration dans les processus de diffusion et de recommandation. L'objectif du projet est de concevoir une architecture distribuée performante et de spécifier les deux types de serveurs. Un prototype sera développée dans un cadre "open

source" et servira d'implémentation de référence. L'approche et le prototype seront validés sur un ensemble d'applications test mettant en oeuvre différentes techniques d'interaction et différents types de terminaux.

In Situ assure la coordination du projet, et a la charge de la définition du protocole et du développement du serveur d'interaction et de rendu.

Partenaires et participants :

- LRI Université Paris-Sud / In Situ (coordinateur)
- ILOG, Gentilly
- CENA, Toulouse
- W3C/INRIA, Sophia Antipolis

Date de début : janvier 2002 ; Durée : 36 mois.

### 7.3. Projet européen ITEA Nomadic Media

**Participants :** Wendy Mackay, Michel Beaudouin-Lafon.

Le projet Nomadic Media est un projet ITEA (programme EUREKA) dont le but est de réduire les restrictions imposées par les plateformes et les systèmes actuels lorsque les consommateurs souhaitent utiliser des services en ligne et accéder à des contenus en ligne dans leur environnement domestique. Le projet concerne à la fois l'infrastructure technologique, les services et les contenus numériques, et les usages dans l'environnement domestique, que ce soit au sens physique (chez soi) ou au sens virtuel (l'environnement personnel que l'on emmène avec soi lorsque l'on se déplace).

Notre participation à ce projet est un rôle de type conseil pour la mise en oeuvre de techniques de conception centrée sur l'utilisateur, notamment la conception participative. Ce rôle devrait également nous fournir de nouvelles études de cas pour le développement de nos méthodes de conception participative et leur adaptation à la conception de produits grand public.

Partenaires industriels :

- Philips Electronics (coordinateur), Pays-Bas
- Thomson Multimedia, France
- Nokia, Finlande
- Siemens Business Systems, Allemagne
- Atos-Origin, Italie
- Orga Kartensysteme, Allemagne
- Rariolinja, Finlande
- Euskaltel, Espagne
- CiaoLab, Italie
- CCC, Finlande
- Cybelius Software, Finlande
- Palmware, France (coordinateur pour la France)
- ISMAP, France

Partenaires académiques :

- VTT, Finlande
- Université de Padenborn, Allemagne
- Université Paris-Sud / INRIA Futurs, France,
- Université d'Oulu, Finlande
- Cefriel, Italie
- Technical University Eindhoven, Pays-Bas

## 8. Actions régionales, nationales et internationales

### 8.1. Actions nationales

- Participation à l'élaboration de l'appel à propositions du RNTL : Wendy Mackay [MerLIn]
- Participation à l'élaboration d'actions RNTL/RIAM : Wendy Mackay [MerLIn]
- Participation à un groupe de travail sur le nomadisme, organisé par le RNRT : Wendy Mackay [MerLIn]
- Membre de la commission d'évaluation du RNTL, coordonnateur thématique : Michel Beaudouin-Lafon
- Expert auprès de la Mission Scientifique Universitaire (MSU) du Ministère chargé de la recherche : Michel Beaudouin-Lafon
- Membre du comité d'évaluation du laboratoire CLIPS-IMAG, Grenoble : Michel Beaudouin-Lafon
- Directeur du Laboratoire de Recherche en Informatique (LRI), Université Paris-Sud, UMR8623 du CNRS : Michel Beaudouin-Lafon
- Membre de la Commission de Spécialité et d'Enseignement de 27ème section, Université Paris-Sud : Michel Beaudouin-Lafon

### 8.2. Actions financées par la commission européenne

#### 8.2.1. Atelier "Disappearing Computer" du 5ème PCRD.

**Participants :** Michel Beaudouin-Lafon, Stéphane Conversy, Helen Evans, Heiko Hansen, Wendy Mackay. du 24/09/2002 au 02/10/2002, Gothenburg, Suède.

Exposition des résultats du projet InterLiving à la conférence Ubicomp2002 (Disappearing Computer Jam-boree, Gothenburg, Suède, Octobre 2002).

#### 8.2.2. Organisation et participation à des workshops financés par le Disappearing Computer Initiative (FET/IST)

- Cambridge, UK, Février 2002 - Technologies for Domestic Environments : W. Mackay, S. Conversy.
- Stockholm, Suède, Mars 2002 - Technologies for Domestic Environments : W. Mackay (co-organisateur), S. Conversy.
- Minneapolis, USA, Avril 2002 Domestic Technologies : W. Mackay (co-organisateur), S. Conversy, M. Beaudouin-Lafon.
- London, UK, Juin 2002 - Disappearing Interfaces : W. Mackay (organisateur), S. Conversy, H. Evans, H. Hansen.
- Paris, Octobre 2002 - FamilyNet : W. Mackay (organisateur), S. Conversy, M. Beaudouin-Lafon, H. Evans, H. Hansen, J-D. Fekete, N. Roussel.

#### 8.2.3. Réseau d'excellence européen CONVIVIO

**Participant :** Wendy Mackay [co-directrice].

Le réseau d'excellence Convivio (Network for people-centred interactive design), a pour but de mettre en place une infrastructure destinée à la communauté multidisciplinaire émergente des chercheurs et praticiens travaillant sur la conception et l'utilisation des nouvelles technologies d'information et de communication au service des usagers. La mission du réseau est de donner la meilleure visibilité et le meilleur impact aux recherches avancées sur les applications conçues pour améliorer la qualité de la vie et l'interaction humaine.

Partenaires :

- Université de Milan, Italie

- Université de Manheim, Allemagne
- Université d'Aarhus, Danemark
- IVREA, Italie
- Xerox Research Center Europe, XRCE, France
- King's College University, Londres, Grande-Bretagne
- Computer Technology Institute (CTI), Grèce
- Philips Design, Pays Bas
- INRIA, France
- Institute of Education, University of London, Grande-Bretagne
- German Research Center for Artificial Intelligence (DFKA), Allemagne
- IPSI, Franhauffer Institute, Allemagne
- Center for User-Oriented IT Design (CID), KTH, Suède
- Doors of Perception, Pays-Bas
- Interaction Design Center, University of Limerick, Irlande
- CRR, Consorzio Roma Ricerche, Italie

Date de début : décembre 2002 ; durée : 4 ans.

#### 8.2.4. EUD-Net

**Participants :** Catherine Letondal, Wendy Mackay, Michel Beaudouin-Lafon.

Le but du réseau d'excellence EUD-Net est d'étudier des environnements interactifs qui permettent à des utilisateurs sans connaissance particulière de la programmation de développer leurs propres applications. A long terme, l'objectif est de rendre plus flexibles les technologies avancées d'information et de communication au sein des futurs environnements d'intelligence ambiante.

L'utilisabilité de ces futurs environnement est un souci majeur à toutes les étapes du processus de conception de ces nouveaux environnements. Elle requiert le développement d'approches permettant de produire des solutions cohérentes et systématiques.

La participation d'In Situ à ce réseau d'excellence concerne nos travaux sur la flexibilité de l'interaction et l'intégration entre interaction et programmation.

Partenaires :

- ISTI Institute - Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Italie
- University of Manchester Institute of Science and Technology (UMIST), Grande-Bretagne
- Fraunhofer-FIT (FhG-FIT), Allemagne
- Università di Bari, Dipartimento di Informatica, Italie
- In Situ, LRI, Université Paris-Sud et INRIA Futurs, France
- Laboratoire de l'IRIT en Interaction Homme-Systèmes, Université Toulouse 3, France
- Cambridge University, Grande-Bretagne
- University of Oslo, Norvège
- Think3, Italie
- Paderborn University, Dept. of Computer Science, Allemagne
- Siemens Business Services GmbH & Co. OHG, Allemagne
- Blekinge Institute of Technology, Suède
- Telecom Italia Lab, Italie
- Philips Research Eindhoven, Pays-Bas
- Centre d'Etudes de la Navigation Aérienne, Toulouse, France

Date de début : juillet 2002 ; durée : 12 mois.

## 8.3. Relations bilatérales internationales

### 8.3.1. Europe

- Expert pour l'évaluation de proposition de projets du Swedish Research Foundation (4) Stiftelsen för Strategisk Forskning - Information Technology, Suède : W. Mackay. [MerLIn]
- Expert pour l'évaluation de proposition de projets soumis a Der Wissenschaftsfonds (FWF), Allemagne : W. Mackay. [MerLIn]

### 8.3.2. Amérique du Nord

**Participants :** Wendy Mackay, Michel Beaudouin-Lafon.

Experts pour l'évaluation de propositions de projets au Natural Sciences and Engineering Research Council (NSERC), Canada

## 9. Diffusion des résultats

### 9.1. Animation de la Communauté scientifique

#### 9.1.1. Organisation de manifestations scientifiques

- ACM Conference on Designing Interactive Systems (DIS 2002), Londres, UK : W. Mackay, organisateur de la session "Interactive Thread". [MerLIn]
- 15th ACM Symposium on User Interface Software and Technology (UIST 2002), Paris : M. Beaudouin-Lafon, président ; W. Mackay, trésorière ; J.-D. Fekete, éditeur des actes.

#### 9.1.2. Comité éditorial de journaux

- Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI), ACM : W. Mackay.
- Interactions magazine, ACM : W. Mackay.
- Computer Supported Cooperative Work (CSCW), the Journal of Collaborative Computing, Kluwer Academic : M. Beaudouin-Lafon membre de l'Advisory Board.
- Revue Francophone d'Interaction Homme-Machine (RIHM), Europa : M. Beaudouin-Lafon, W. Mackay.
- Revue Information-Interaction-Intelligence (RI3), Cépaduès Editions : M. Beaudouin-Lafon.

#### 9.1.3. Comité éditorial de conférences

- ACM Conference on Designing Interactive Systems (DIS 2002), Londres, UK, juin 2002 : W. Mackay, Program Chair. [MerLIn]
- 15th ACM Symposium on User Interface Software and Technology (UIST 2002), Paris, octobre 2002 : M. Beaudouin-Lafon, W. Mackay [MerLIn], membres du comité de programme.
- ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work (CSCW 2002), New Orleans, USA, novembre 2002 : W. Mackay, membre du comité de programme et Associate Chair, et examinateur du Doctoral Consortium. [MerLIn]
- Nordic Conference on Computer-Human Interaction (Nordichi 2002), Aarhus, Danemark, novembre 2002 : W. Mackay, membre du comité de programme et Faculty Advisor pour le Doctoral Consortium. [MerLIn]
- ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI 2002), Minneapolis, USA, avril 2002 : M. Beaudouin-Lafon, membre du comité de programme ; W. Mackay, reviewer [MerLIn], J.-D. Fekete, reviewer.
- International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR 2002), Darmstadt, Allemagne, septembre 2002 : W. Mackay, reviewer. [MerLIn]

- Ubiquitous Computing International Conference (UbiComp 2002), Gothenburg, Suède, septembre 2002 : W. Mackay, reviewer. [MerLIn]
- Conférence Francophone d'Interaction Homme-Machine (IHM 2002), Poitiers, novembre 2002 : N. Roussel, membre du comité de programme, relecteur et animateur de la session Avatars et sons ; M. Beaudouin-Lafon, éditeur des actes et relecteur ; S. Conversy : animateur de la session des démonstrations et relecteur ; J.-D. Fekete, animateur de la session "architectures et formalismes" et relecteur ; W. Mackay, relecteur.
- European Conference on Computer-Supported Cooperative Work (E-CSCW 2003), Helsinki, Finlande, septembre 2003 : M. Beaudouin-Lafon, membre du comité de programme.
- 4th International Conference on Computer-Aided Design of User Interfaces, Université de Valenciennes, France, Mai 2002 : J.-D. Fekete, membre du comité de programme
- NPAR 2002 : The 2nd International Symposium on Non-Photorealistic Animation and Rendering, Annecy, France (en coopération avec ACM/Siggraph et Eurographics), juin 2002 : J.-D. Fekete, membre du "Advisory Board"

#### 9.1.4. *GdR, etc.*

- Réseau Thématique Pluridisciplinaire (RTP) n° 16 du département STIC du CNRS, Méthodes et Outils pour l'Interaction Homme-Machine : M. Beaudouin-Lafon, co-animateur.
- Action Spécifique du département STIC du CNRS, Visualisation d'Information : M. Beaudouin-Lafon, co-animateur.
- GDR Information Interaction Intelligence (I3), groupe de travail Architectures, Langages et Formalismes (ALF) : J.-D. Fekete (co-animateur), M. Beaudouin-Lafon, N. Roussel, S. Conversy, R. Blanch.

#### 9.1.5. *Sociétés savantes*

- Association for Computing Machinery (ACM) : M. Beaudouin-Lafon, membre du Council, membre du Publications Board.
- ACM Special Interest Group on Computer-Human Interaction (SIGCHI) : W. Mackay, Publications Board Chair, Quality Task Force, Branding task force.
- Association Francophone d'Interaction Homme-Machine (AFIHM) : M. Beaudouin-Lafon, vice-président ; J.-D. Fekete et N. Roussel, membres du conseil d'administration.
- Association Française des Sciences et Technologies de l'Information (ASTI) : M. Beaudouin-Lafon, membre du conseil d'administration.

#### 9.1.6. *Jurys de thèses*

- Membre du jury de thèse (Thesis opponent) de Magnus Morin, Linköping University, Suède, septembre 2002 : W. Mackay.
- Membre du jury de thèse de Judith Aston, Royal College of Art, London, UK, novembre 2002 : W. Mackay.
- Membre du jury et rapporteur pour la thèse de Yann Laurillau, CLIPS-IMAG, Grenoble, septembre 2002 : M. Beaudouin-Lafon.
- Membre du jury de thèse de Nicolas Castagné, ACROE, Grenoble, octobre 2002 : M. Beaudouin-Lafon.
- Membre du jury de thèse de Frédéric Bourgeois, LAPS, Marseille-Luminy, octobre 2002 : M. Beaudouin-Lafon.
- Membre du jury de thèse d'Alexandre Topol, CNAM Paris, décembre 2002 : J.-D. Fekete.

## 9.2. Enseignement universitaire

- DESS Intelligence Artificielle, Paris VI, Conception et Évaluation des Interfaces Homme-Machine : W. Mackay. [MerLIn]
- DESS Système et Communication Homme-Machine / Ingénierie des Systèmes d'Information, Paris-Sud, Ingénierie des Systèmes Interactifs : N. Roussel, M. Beaudouin-Lafon.
- DESS Système et Communication Homme-Machine / Ingénierie des Systèmes d'Information, Paris-Sud, Conception et Evaluation des Systèmes Interactifs : M. Beaudouin-Lafon, N. Roussel.
- DEA Information, Interaction, Intelligence, Paris-Sud, Fondements de l'Interaction Homme-Machine : M. Beaudouin-Lafon, W. Mackay.
- DEA Information, Interaction, Intelligence, Paris-Sud, Collecticiel et travail coopératif : N. Roussel, M. Beaudouin-Lafon.
- DEA Information, Interaction, Intelligence, Paris-Sud, Visualisation interactive d'information : J-D. Fekete.
- Maîtrise d'Informatique, Paris-Sud, Infographie avancée : M. Beaudouin-Lafon, S. Conversy.
- Formation d'Ingénieurs de la Faculté d'Orsay (FIIFO), Paris-Sud, Interaction Homme-Machine : N. Roussel.
- Formation d'Ingénieurs de la Faculté d'Orsay (FIIFO), Paris-Sud, Informatique Graphique : N. Roussel.
- Licence d'Informatique, Paris-Sud, Techniques de Programmation : N. Roussel.

## 9.3. Participation à des colloques, séminaires, invitations

- Présentation d'articles acceptés dans des conférences :
  - Renaud Blanch
  - Jean-Daniel Fekete [GF02]
  - Wendy Mackay [Mac02] [MLP+02]
  - Nicolas Roussel [Rou02a] [Rou02c] [Rou02b]
- Power & Simplicity: CHI Forum Keynote Address, Minneapolis, USA : W. Mackay & M. Beaudouin-Lafon, Minneapolis, avril 2002. [MerLIn]
- Techniques vidéo pour la conception participative, Séminaire STIC, CNAM, Paris, mars 2002 : W. Mackay. [MerLIn]
- Interaction Située, Journée CAFE (Collège Apprentissage, Fouille et Extraction) sur les Interfaces Homme-Machine, Paris, Mars 2002 : M. Beaudouin-Lafon.
- Integrating Multiple Perspectives on Participatory Design: InterLiving, Family Technologies Workshop, CHI2002, Minneapolis, USA, avril 2002 : W. Mackay. [MerLIn]
- Les Cahiers de Laboratoire Augmentés, Séminaire invité, CNES PIN, Paris, mai 2002 : W. Mackay. [MerLIn]
- Les Cahiers de Laboratoire Augmentés, Séminaire invité, Institut Pasteur, Paris, mai 2002 : W. Mackay. [MerLIn]
- Programmation de l'interaction avec des machines à états hiérarchiques, Présentation au GT ALF / GDR I3, Paris, juin 2002 : R. Blanch.
- Information Visualization of One Million Items, présentation aux journées CODATA sur la visualisation d'information, Paris, juillet 2002 J.-D. Fekete.
- In Situ Computing: Memorable Yet Invisible?, HCI 2002 Keynote Address, Londres, septembre 2002 : W. Mackay.
- Programming or Flexibility? Design of Programmable Applications with Biologists, Présentation au workshop EUD-Net, Pise, Italie, septembre 2002 : C. Letondal.
- Multimedia Representations of Distributed Tactical Operations, Opponent talk for Magnus Morin thesis, Linköping, Suède, septembre 2002 : W. Mackay.

- In Situ Computing, Séminaire invité à Linköping University, Suède, septembre 2002 : W. Mackay.
- Twilight, Installation à Electrohype, Festival de l'art situé autour de l'ordinateur, Malmö, Suède, octobre 2002 : H. Evans & H. Hansen.
- Publication numérique et analyse de manuscrits anciens, Présentation d'ouverture de la Conférence Fédérative sur le Document (CFD'02), Hammamet, Tunisie, octobre 2002 : J.-D. Fekete.
- Introducing the InfoVis Contest, International Symposium on Information Visualization, Boston, USA, octobre 2002 : J.-D. Fekete.
- Conception participative et évaluation des interfaces homme-machine, Tutorial à IHM 2002, Poitiers, novembre 2002 : W. Mackay.
- Usages de la vidéo pour la communication médiatisée, Tutorial à IHM 2002, Poitiers, novembre 2002 : N. Roussel.
- SVGL. Présentation au GT ALF / GDR I3, Poitiers, novembre 2002 : S. Conversy.
- Workshop on Immersive Telepresence, Conférence ACM Multimedia 2002, Juan les Pins, décembre 2002 : Nicolas Roussel, participation à la table ronde "The next five years in telepresence" et animation de la session "Data modeling and design".
- La Réalité Augmentée : Les Objets Physiques Comme Interface, Colloque "Devenir ergonomique de la relation d'aide", CNRS-STIC, Paris, décembre 2002 : W. Mackay.
- Conception et création d'une scénographie interactive en collaboration avec la compagnie "En Knap", Cankarjev Dom, Ljubljana, Slovénie, décembre 2002 : H. Evans & H. Hansen.

## 9.4. Diffusion de la connaissance

Animation d'un stand de démonstration pour l'Université Paris-Sud à la fête de la science, ferme du Moulon, plateau de Saclay, 18-20 octobre 2002 : Renaud Blanch, Stéphane Conversy, Nicolas Roussel, Michel Beaudouin-Lafon. Présentation des "sondes technologiques" videoProbe et messageProbe du projet interLiving. Les visiteurs ont pu découvrir et manipuler les sondes technologiques, et notamment profiter de leurs fonctionnalités distribuées. Visite de Mme la Ministre Déléguée à la Recherche et aux Nouvelles Technologies, Claudie Haigueré.

## 9.5. Articles soumis

- S. Conversy, J.-D. Fekete, SVGL: fast display of SVG documents : article soumis à ACM Conference on World Wide Web, WWW 2003.
- C. Letondal, U. Zdun, Anticipating Scientific Software Evolution as a Combined Technological and Design Approach : article soumis à USE 2003, Unanticipated Software Evolution 2003.
- M.F. Costabile, D. Fogli, C. Letondal, P. Mussio, A. Piccinno, Domain-Expert Users and their Needs of Software Development : article soumis à Special Session on EUD at UAHCI conference, Crete.
- R. Blanch, E. Ferley, M.-P. Cani, J.-D. Gascuel, Non-Realistic Haptic Feedback for Virtual Sculpture : article court soumis à ACM SIGGRAPH 2003 Symposium on Interactive 3D Graphics.

# 10. Bibliographie

## Livres et monographies

[BL02] éditeurs M. BEAUDOUIN-LAFON., *Actes 14ème conférence francophone sur l'Interaction Homme-Machine (IHM 2002)*. série ACM International Conference Proceedings Series, Poitiers, France, éditeurs M. BEAUDOUIN-LAFON., ACM Press, novembre, 2002, 291 pages.



## Articles et chapitres de livre

[BLM02] M. BEAUDOUIN-LAFON, W. E. MACKAY. *Prototyping Development and Tools*. éditeurs J. JACKO, A. SEARS., in « Human Computer Interaction Handbook », Lawrence Erlbaum Associates, 2002, pages 1006-.

## Communications à des congrès, colloques, etc.

[Bla02] R. BLANCH. *Programmer l'interaction avec des machines à états hiérarchiques*. in « Actes 14ème conférence francophone sur l'Interaction Homme-Machine (IHM 2002) », ACM Press, pages 129-136, Poitiers, France, novembre, 2002, International Conference Proceedings Series.

[FP02] J.-D. FEKETE, C. PLAISANT. *Interactive Information Visualization of a Million Items*. in « Proc. IEEE Symposium on Information Visualization 2002 (InfoVis 2002) », IEEE Press, pages 117-124, Boston, USA, octobre, 2002.

[GF02] M. GHONIEM, J.-D. FEKETE. *Visualisation de graphes de co-activité par matrices d'adjacence*. in « Actes 14ème conférence francophone sur l'Interaction Homme-Machine (IHM 2002) », ACM Press, pages 279-282, Poitiers, France, octobre, 2002.

[HMW+03] 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) », série CHI Letters, volume 5(1), ACM Press, pages (to be published), Fort Lauderdale, USA, avril, 2003.

[Mac02] W. E. MACKAY. *Which Interaction Technique Works When? Floating Palettes, Marking Menus and Toolglasses Support Different Task Strategies*. in « Proc. International Conference on Advanced Visual Interfaces (AVI 2002) », ACM Press, pages 203-208, avril, 2002.

[MFT02] D. MARTIN PERANDRES, J.-D. FEKETE, J. C. TORRES CANTERO. *Flattening 3D objects using silhouettes*. in « Proc. Eurographics 2002 », Saarbrücken, Germany, septembre, 2002.

[MLP+02] 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) », série CHI Letters, volume 4(2), ACM Press, pages 41-50, Paris, France, octobre, 2002.

[Rou02a] N. ROUSSEL. *Experiences in the design of the well, a group communication device for teleconviviality*. in « Proc. ACM Multimedia », ACM Press, pages 146-152, Juan les Pins, France, décembre, 2002.

[Rou02b] N. ROUSSEL. *Le puits : un dispositif de communication audio-vidéo pour la téléconvivialité*. in « Actes 14ème conférence francophone sur l'Interaction Homme-Machine (IHM 2002) », série International Conference Proceedings Series, ACM Press, pages 227-230, Poitiers, France, novembre, 2002.

[Rou02c] N. ROUSSEL. *VideoWorkspace : une boîte à outils pour l'exploration de nouvelles techniques de gestion de fenêtres*. in « Actes 14ème conférence francophone sur l'Interaction Homme-Machine (IHM 2002) », série International Conference Proceedings Series, ACM Press, pages 271-274, Poitiers, France, novembre, 2002.

[WLMS03] 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), Barcelona, Espagne, 2003.

[ZCBLG03] S. ZHAI, S. CONVERSY, M. BEAUDOUIN-LAFON, Y. GUIARD. *Human On-Line Response to Target Expansion*. in « Proc. ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI 2003) », série CHI Letters, volume 5(1), ACM Press, pages (to be published), Fort Lauderdale, USA, avril, 2003.

## Rapports de recherche et publications internes

[BLBC+02a] M. BEAUDOUIN-LAFON, B. B. BEDERSON, S. CONVERSY, A. DRUIN, B. EIDERBACK, H. EVANS, H. HANSEN, A. HARVARD, H. HUTCHINSON, L. LACOMME, S. LINDQUIST, W. E. MACKAY, C. PLAISANT, N. ROUSSEL, Y. SUNDBLAD, B. WESTERLUND. *interLiving Deliverable 1.2 & 2.2, Co-design and New Technologies with Family Users*. Technical report, numéro 174, CID/NADA, KTH, Suède, septembre, 2002, 121 pages.

[BLBC+02b] 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, janvier, 2002, 47 pages.

[PBL02] D. PASVEER, M. BEAUDOUIN-LAFON. *Improving Navigation Performance in Zoomable User Interfaces*. Internal Report, LRI, Université Paris-Sud, 2002.

## Divers

[MP02] W. E. MACKAY, G. POTHIER. *Dispositif et procédé de gestion de données entre équipements de communication en vue de l'obtention d'un service*. Brevet no. 02 13387 en cours de dépôt par l'INRIA, octobre, 2002.