

Rapport INRIA 1994 — Programme 3  
Psychologie ergonomique pour l'informatique

PROJET PSYCHO-ERGO

3 mai 1995



PROJET PSYCHO-ERGO

---

# Psychologie ergonomique pour l'informatique

---

**Localisation :** *Rocquencourt*

**Mots-clés :** activité de conception (1), ergonomie cognitive (1), évaluation d'interface (1), intelligence artificielle (1), interface homme-ordinateur (1), langage d'interaction (1), linguistique (1), méthodes (1), planification (1), psychologie cognitive (1), représentation mentale (1), résolution de problème (1), réutilisation de solution (1).

## 1 Composition de l'équipe

### **Responsable scientifique**

Dominique L. Scapin, (DR Inria)

### **Responsable permanent**

Suzanne Sebilotte, (DR Inria)

### **Secrétaire**

Marie-Françoise Loubressac, (TR Inria)

### **Chercheurs INRIA**

Françoise Détienne, (CR Inria)

Willemien Visser, (CR Inria)

### **Ingénieur expert**

Roland Dachelet

### **Professeur invité**

Suzanne Wiedenbeck, (university of Nebraska, 6 mois)

### **Chercheurs doctorants**

Belen-Maria Alonso, (boursière Inria, université de Paris 5)  
J.M. Christian Bastien, (boursier Inria, université de Paris 5)  
Jean-Marie Burkhardt, (boursier Inria, université de Paris 5)  
Sophie Chatel, (boursière Inria, université de Paris 8)  
Denise Fallah, (boursière CIES, université de Rouen)  
Fernando Gamboa-RODRIGUEZ, (boursier Gouvernement  
Mexicain, université de Paris 11, 2 mois)  
Hamid Hammouche, (boursier CIES, université de Paris 6)  
Laurence Perron-BOUVIER, (boursière Inria, université de  
Paris 8)  
Latifa Taleb, (boursière Inria, université de Paris 3)

### **Stagiaires**

Corinne Leulier, (DESS ; université Paris 5) (4 mois)

## **2 Présentation du projet**

Le projet a pour objet d'étude l'interaction homme-ordinateur (IHO)<sup>1</sup>, dans une perspective d'ergonomie cognitive.

L'interaction homme-ordinateur, classe particulière de l'interaction (ou communication) homme-machine, peut être examinée selon divers aspects complémentaires : le ple homme, le ple ordinateur, et l'interaction elle-même. Si l'informatique de l'interaction homme-ordinateur se focalise classiquement sur l'ordinateur, parfois sur l'interaction, le projet, quant à lui, tout comme l'ergonomie cognitive, se focalise sur l'interaction et sur la composante humaine de l'interaction (i.e., les opérateurs ou utilisateurs) : le projet aborde l'informatique logicielle (programmes, interfaces, environnements) en tant qu'ensemble d'outils mis à la disposition d'opérateurs.

La perspective du projet est celle de l'ergonomie. L'ergonomie est : “Une des branches de la science et de la technologie qui incorpore ce qui

<sup>1</sup>ou human-computer interaction/interface (HCI)

est connu et conceptualisé des caractéristiques biologiques et comportementales de l'homme et qui peut être appliqué de façon valide à la spécification, à la conception, à l'évaluation, à l'opération et à la maintenance des produits et systèmes afin d'en assurer la sécurité, l'efficacité et l'usage satisfaisant par des opérateurs individuels, des groupes et des organisations"<sup>2</sup>.

L'ergonomie est un domaine essentiel pour l'informatique actuelle, notamment en raison du caractère interactif de cette dernière et donc de la nécessité de prendre en compte les utilisateurs. Son importance est reconnue que ce soit pour les systèmes critiques (e.g., le nucléaire, l'aéronautique, le militaire), ou pour les systèmes grand public (e.g., télécommunications, bureautique).

L'ergonomie des logiciels<sup>3</sup> hérite des caractéristiques de l'ergonomie mais s'intéresse plus particulièrement à l'amélioration de l'IHO et se focalise sur les aspects fonctionnement mental humain ; c'est une science appliquée qui contribue à la connaissance scientifique nécessaire à la conception de logiciels et plus généralement d'environnements de travail informatisés, dans la perspective générale de la sécurité et du confort des utilisateurs (conditions de travail) mais aussi dans la perspective d'une amélioration de la productivité des systèmes homme-ordinateur (e.g., faciliter les tâches des utilisateurs, réduire les durées d'apprentissage, limiter l'occurrence et le coût des erreurs, etc.).

L'ergonomie des logiciels ne concerne pas seulement les aspects de surface ou les aspects graphiques directement visibles, elle concerne à la fois :

---

<sup>2</sup>Traduction de la définition de l'Executive Council of the Human Factors Society (Christensen, J. M. (1988). Human factors definitions. The Human Factors Society Bulletin, 31(3), pp. 7-8.). "One of the branches of science and technology which includes what is known and theorized from the human behavioral and biological characteristics that can be validly applied to the specification, design, evaluation, operation and maintenance of products and systems that are intended for safe, effective, satisfying use by individuals, groups and organizations."

<sup>3</sup>On considérera comme équivalentes les notions d'"ergonomie des logiciels" et d'"ergonomie des interfaces". En effet, l'interface est considérée comme constituée de tous les aspects, notamment logiciels des systèmes informatiques qui influencent la participation de l'utilisateur à des tâches informatisées.

- l'utilité, c'est-à-dire la capacité du logiciel à permettre aux utilisateurs d'atteindre leurs objectifs fondamentaux, de réaliser leurs tâches (e.g., rédiger un texte, conduire un processus de contrôle du trafic, piloter une centrale, etc.). Les choix correspondants à cette adéquation concernent les caractéristiques techniques et fonctionnelles des applications. Ceci implique la nécessité d'étudier les pré-requis utilisateurs et les tâches.
- l'utilisabilité, c'est-à-dire la capacité du logiciel à permettre aux utilisateurs d'atteindre facilement leurs objectifs d'interaction (e.g., accéder à une option particulière, passer à un autre état du système, etc.). Les choix correspondants à cette adéquation concernent les caractéristiques des interfaces de communication. Là aussi, il est nécessaire d'étudier les opérateurs humains, dans leurs interactions avec les dispositifs techniques.

De plus, l'ergonomie des logiciels concerne non seulement les aspects purement logiciels, mais aussi l'environnement plus vaste de l'activité, e.g., la documentation, les aides au travail, la formation, etc.

Les travaux de recherche du projet de Psychologie Ergonomique pour l'Informatique s'inscrivent dans le domaine de l'ergonomie des logiciels ainsi défini. Ils ont pour objectif de contribuer à l'optimisation ergonomique des logiciels et aux moyens de la mettre en œuvre.

D'une part, il s'agit de progresser dans les connaissances fondamentales et les méthodes de l'ergonomie des logiciels mais aussi dans les domaines connexes qui concourent à l'optimisation ergonomique des logiciels. En effet, une telle optimisation nécessite des connaissances précises sur l'activité des utilisateurs, sur les caractéristiques des systèmes, et sur les moyens de mettre en correspondance les aspects utilisateurs et les aspects logiciels. En ce qui concerne les domaines de connaissance, le projet s'intéresse donc à la fois aux mécanismes de traitement de l'information de l'humain, à la cognition, et à l'informatique dans tous ses aspects pouvant influencer sur l'activité des opérateurs humains. En conséquence, les disciplines scientifiques auxquelles le projet fait appel et contribue, sont de façon privilégiée l'ergonomie, la psychologie des activités mentales, la linguistique, mais aussi certains domaines de l'informatique comme l'intelligence artificielle et l'ingénierie des logiciels (outils d'interfaces,

méthodes de génie logiciel, méthodes de conception, etc.).

D'autre part, il s'agit de poursuivre un objectif pratique, celui de contribuer, sur des terrains et dans des domaines d'activité spécifiques, si possible exemplaires, à l'amélioration d'une compatibilité particulière entre les opérateurs et les systèmes informatiques : la compatibilité entre la manière dont l'information est traitée et représentée respectivement par l'ordinateur, et par les utilisateurs. On s'intéresse particulièrement là aussi aux aspects mentaux, cognitifs liés aux situations de travail<sup>4</sup>.

Du point de vue méthodologique, le projet utilise les méthodes de l'ergonomie, avec une certaine prééminence de la démarche et des méthodes expérimentales, au sens administration de la preuve, test d'hypothèses<sup>5</sup>. Les recherches sont entreprises à partir de l'observation de tâches réelles, sur des terrains exemplaires, souvent en parallèle à la résolution de problèmes pratiques et toujours grâce à une collaboration des membres du projet avec des spécialistes du domaine (en particulier les opérateurs). Le recueil de données repose sur l'analyse de l'activité, l'étude de cas, les incidents critiques, les mouchards électroniques, etc.

Les données obtenues sont par exemple : les procédures mises en œuvre, l'organisation de l'activité, les erreurs, le lexique, les objets manipulés, les mémoires externes, les notes manuscrites, les essais divers, etc.

Les tests et expérimentations reposent notamment sur la simulation, le maquettage, le prototypage, etc.

Les mesures objectives de performance concernent par exemple des durées d'apprentissage, des durées d'exécution de tâches, des fréquences d'utilisation, des fréquences d'erreurs, des occurrences et types de navigation, des taux de rappel, etc.

---

<sup>4</sup>Il existe d'autres niveaux de compatibilité qui ne sont pas au centre des travaux du projet, par exemple : la compatibilité du poste de travail physique avec les caractéristiques anatomo-physiologiques de l'utilisateur (cf. biomécanique et physiologie) ; compatibilité de l'environnement de travail avec les caractéristiques individuelles des utilisateurs (cf. psychologie différentielle) ; avec les comportements affectifs des utilisateurs (cf. psychologie clinique) ; avec les caractéristiques, attentes et comportements sociaux des utilisateurs (cf. psychologie sociale), etc.

<sup>5</sup>cf. la méthode expérimentale selon Claude Bernard, fondement des sciences dites expérimentales (e.g., médecine, biologie, physique).

Selon les types de problèmes ergonomiques considérés et les situations de travail, divers types de recherche sont nécessaires. Certains travaux se placent plutôt en amont de l'objectif ergonomique ultime car ils se focalisent sur la connaissance détaillée de mécanismes particuliers chez les opérateurs humains ; d'autres travaux sont plus en aval et consistent en une mise en œuvre de l'objectif ergonomique dans une situation restreinte ; enfin, d'autres recherches sont transversales : elles se focalisent sur les méthodes permettant de faciliter la mise en œuvre de l'ergonomie des logiciels. Bien évidemment, sur une même question de recherche, diverses itérations sont parfois nécessaires entre les études en amont, les études en aval et les aspects méthodes ; des itérations sont également nécessaires entre les études de terrain et les études en laboratoire.

- en amont, il s'agit de travaux à caractère descriptif sur le fonctionnement cognitif humain et sa modélisation. Ces recherches, souvent de type modélisation, sont menées à partir d'études de terrain et d'expérimentations. On s'intéresse en particulier à la mémoire, au langage, à la résolution de problèmes, à l'apprentissage, mais aussi au recueil d'expertise, à la représentation des connaissances, à la simulation du raisonnement. L'objectif est bien évidemment d'aboutir à des connaissances générales allant au delà des expériences particulières de terrain.

Dans cette catégorie entrent par exemple les études sur :

- la formalisation de tâches complexes,
  - la modélisation d'opérateurs particuliers,
  - l'apprentissage de la programmation,
  - la modélisation de la réutilisation,
  - la modélisation des stratégies de conception et d'évaluation.
- de manière transversale, un autre type de travaux est essentiel : les recherches à caractère méthodologique. Il s'agit là de travaux dont l'objectif est de fournir des méthodes ergonomiques adaptées pour la conception et l'évaluation de logiciels. On s'intéresse par exemple à la modélisation des interfaces, à la modélisation des interactions et du dialogue, aux stratégies d'évaluation, à la spécification de systèmes de simulation ou d'assistance à l'activité.

Dans cette catégorie entrent par exemple les études sur :



- la conception d'outils de formalisation de tâches,
  - la définition de critères d'évaluation,
  - les outils de modélisation d'interfaces,
  - les techniques de recueil de données,
  - les techniques de simulation et d'expérimentation,
  - les techniques d'analyse linguistique.
- en aval, il s'agit d'études ergonomiques à caractère appliqué qui concernent la mise en œuvre des connaissances acquises afin d'optimiser les logiciels du point de vue de leur utilisation, par exemple sur un terrain particulier, pour une technique de dialogue particulière, etc. Ces travaux concernent également les diverses techniques informatiques mises en œuvre pour supporter la coopération homme-ordinateur. On s'intéresse par exemple à un système particulier d'aide à l'opérateur en situation (e.g., contrôle aérien, supervision de trafic de télécommunications, gestion d'incidents, etc.).

Dans cette catégorie entrent par exemple les études sur :

- des aides au concepteur de programme dans un environnement particulier,
- des dialogues particuliers (e.g., langages de commande),
- des interfaces particulières (e.g., contrôle aérien, gestion de centrale, commandement de navire, etc.).

Les recherches menées cette année sont présentées selon ces trois grands types de recherches :

- travaux à caractère descriptif sur le fonctionnement cognitif humain et sa modélisation,
- recherches à caractère méthodologique<sup>6</sup>,
- études ergonomiques à caractère appliqué.

---

<sup>6</sup>En ce qui concerne la conception et l'évaluation d'interfaces, la perspective générale de la définition de méthodes et d'environnements d'ingénierie ergonomique ainsi qu'un résumé des principaux travaux effectués sur cette question par le projet sont décrits dans [22].

### 3 Actions de recherche

#### 3.1 Travaux à caractère descriptif sur le fonctionnement cognitif humain et sa modélisation

##### 3.1.1 Description et modélisation MAD des tâches

*Participants* : B. M. Alonso, D. Fallah, D.L. Scapin, S. Sebillotte

Faisant suite à l'étude menée par E. Värnild en 1993, une réflexion concernant MAD<sup>7</sup> (Méthode Analytique de Description) s'est poursuivie afin de clarifier un certain nombre de points pour une meilleure utilisation de la méthode, par exemple les notions d'objets d'état (état initial et final) et celle de contraintes sur ces objets et la prise en compte de certaines caractéristiques des tâches se rapportant soit à la tâche elle-même soit à sa structure. Ainsi, on souligne que les objets des états sont des parties du monde de l'activité à décrire et que les opérateurs humains qui vont exécuter la tâche peuvent représenter un sous-ensemble de l'état initial. Des contraintes sur ces objets peuvent être des conditions (pré ou postconditions) à satisfaire pour l'exécution de la tâche ; elles sont exprimées alors sous la forme de prédicats : objet- attribut- contrainte sur la valeur de l'attribut. Concernant les opérateurs humains, ces contraintes permettent de déterminer quels seront les opérateurs qui vont effectuer telle ou telle sous-tâche.

Pour rendre compte des tâches exécutées dans des domaines complexes, des attributs de la tâche et un constructeur supplémentaire ont été proposés afin de pouvoir rendre compte de la réalité : ainsi, l'attribut "priorité", qui permet d'attribuer des niveaux de priorité entre tâches, ou l'attribut "interruptibilité", qui exprime qu'une tâche peut être interrompue ou pas par un événement extérieur ont été définis. Quand plusieurs opérateurs humains coopèrent à la réalisation d'une tâche, le constructeur "simultané" caractérise la structure de la tâche par laquelle les sous-tâches qui la composent peuvent être réalisées en même temps par des opérateurs différents.

---

<sup>7</sup>Scapin, D.L., Pierret-Golbreich, C. (1990). Towards a method for task description : MAD. in *Work with Display Units 89*. L. Berlinguet and D. Berthelette. Eds. Elsevier Science Publishers B.V. (North-Holland). 371-380.

Cette réflexion a conduit à préciser certaines caractéristiques du modèle et à redécrire selon MAD, de manière plus rigoureuse et plus précise les tâches complexes (notamment où plusieurs opérateurs interagissent) étudiées les années précédentes [23], [26], [25].

### **3.1.2 Études sur la conception**

#### **Conception de programmes**

*Participante* : F. Détienne

Cette recherche vise à identifier l'organisation des connaissances, l'utilisation de ces connaissances et les caractéristiques des stratégies de conception mises en œuvre par des experts en programmation. Cette étude vise également à analyser l'influence des langages et des environnements de programmation sur les raisonnements [6], [5]. L'activité de conception a été étudiée relativement à différents types de langages : des langages procéduraux et, plus récemment, des langages orientés-objet. Cela présente un double intérêt. D'une part, cette recherche permet d'identifier quels aspects stratégiques de l'activité de conception sont indépendants du langage ; par exemple, le caractère opportuniste de la planification. D'autre part, il est possible d'étudier l'influence des langages sur les caractéristiques des connaissances et des stratégies mises en œuvre lors de la conception. Une étude empirique de l'activité de conception orientée-objet a permis d'analyser des caractéristiques des stratégies de conception mises en œuvre avec ce type de langage et leur spécificité [7].

#### **Modélisation de la conception**

*Participante* : W. Visser

Les différences entre planification et organisation de l'activité de conception ont été examinées dans [9], [8]. L'assistance à la conception créative a été abordée autour de deux questions : la modélisation de ce type de conception et les modalités de son assistance [13].

### **3.1.3 Études sur la réutilisation**

#### **La réutilisation dans la conception**

*Participante* : W. Visser

Un aspect de la conception sur laquelle se focalisent nos travaux est la réutilisation de solutions et autres éléments de connaissances de conception [28]. Dans de nombreuses études, cette réutilisation est dite jouer un rôle important dans la conception, bien que cette affirmation soit rarement basée sur des données empiriques. Nous avons effectué l'analyse d'un protocole de résolution de problème de "conception innovante" (i.e., conception d'un dispositif encore jamais conçu : attachement d'un sac à dos sur VTT), traduisant l'activité d'un concepteur pendant une session expérimentale de deux heures.

L'analyse a porté sur l'utilisation effective de connaissances "épisodiques", c'est-à-dire des connaissances concernant des expériences particulières, généralement concrètes. Nous avons identifié l'utilisation : de différents types de connaissances épisodiques tels ceux liés à la résolution de problèmes et ceux liés à la vie quotidienne ; de différents aspects (descriptifs, techniques, évaluatifs, etc.) de ces connaissances, dans la construction de représentations du problème à résoudre et le développement et la sélection de solutions. Le rôle de différents types de sources d'information et les modes de leur consultation ont également été analysés (prototypes, produits du marché, spécifications, collègues). A côté de ces résultats, des questions ont été formulées au sujet des différences entre "réutilisation" d'éléments de solution et "utilisation" d'autres types de connaissances épisodiques, les différences et distances entre "domaines" de connaissance, et les connaissances nécessaires ou pertinentes utilisées dans la conception. On examine les implications de ces résultats pour l'assistance à la réutilisation [15].

### **Réutilisation de connaissances en supervision**

*Participantes* : L. Perron-Bouvier, W. Visser

On cherche à modéliser les activités mises en œuvre dans des tâches de supervision et plus particulièrement les processus sous-jacents à la réutilisation de connaissances "épisodiques" (connaissances issues du traitement d'incidents antérieurs) via un raisonnement analogique. Une première revue de question sur l'analogie et la récupération de connaissances épisodiques en mémoire a été effectuée [21]. Par ailleurs, une

approche interdisciplinaire (intelligence artificielle / psychologie) sur le thème “raisonnement à partir de cas” a été développée [14]. Le point de vue avancé est que l’appréhension des processus cognitifs “humains” devrait conduire à la conception de systèmes “raisonnant à partir de cas” plus compatibles avec les besoins des opérateurs.

Sur l’aspect récupération en mémoire, une étude empirique dont le but est d’aider à la conception d’un système d’aide à l’opérateur est menée dans le cadre d’un projet d’assistance à la réutilisation d’incidents survenus lors de la supervision de réseaux de télécommunications. Nous cherchons à identifier les indices permettant la récupération d’incidents antérieurs et les processus permettant la résolution de nouveaux incidents via l’utilisation d’un raisonnement analogique [20]. Les premiers résultats ont permis de caractériser globalement l’activité de supervision et particulièrement l’activité de classification d’un incident dans une catégorie : cette activité semble dépendre d’une part de l’organisation des catégories elles-mêmes ; et d’autre part des connaissances (techniques et organisationnelles) des opérateurs ainsi que des informations disponibles sur l’incident. Par ailleurs, un certain nombre de problèmes ont été identifiés quant aux catégories offertes à l’opérateur pour consigner un incident : elles ne sont pas mutuellement exclusives ; elles sont établies, certaines en termes de causes, d’autres en termes de conséquences ; elles ne prennent pas en compte les buts de l’opérateur, qui diffèrent selon la tâche ; elles ne prennent pas en compte l’existence possible de causalités en chaîne ; et elles ne permettent pas de considérer un incident comme étant composé d’un ensemble d’événements.

Des propositions ont été faites en matière d’assistance à l’opérateur. Elles concernent l’aide à la classification d’incidents, voire la classification automatique, l’adoption d’une classification “multicritères”, la prise en compte de deux points de vue (supervision en temps réel et supervision en temps différé). Pour affiner ces résultats et recommandations, nous axons maintenant notre recherche sur l’identification des critères de classification et sur l’étape de récupération.

### **Mécanismes de réutilisation de solutions en programmation**

*Participants* : J-M. Burkhardt, F. Détienne, S. Wiedenbeck

Les activités de “réutilisation” de solutions, souvent mises en œuvre en conception de programmes, mettent en œuvre des mécanismes de récupération, de compréhension, et d'adaptation de solutions-sources selon les contraintes du problème traité, afin d'aboutir à une solution-cible. Une classification des situations de réutilisation basée sur les caractéristiques du concepteur et de la tâche [10] a été proposée. Les mécanismes qu'elles impliquent sont étudiés dans le contexte de la conception orientée-objet [19], dans le cadre du projet ESPRIT III SCALE.

Une première étude empirique met en évidence certains traits liés à la tâche de réutilisation et/ou aux caractéristiques cognitives des concepteurs, par exemple le fait que :

- (1) les concepteurs attribuent un statut variable à la solution-source (modèle/guide pour la conception versus module utilisable directement dans la solution-cible) ;
- (2) la récupération en mémoire et la description des solutions-sources est en majorité associée à des exemples (ou “cas”), plutôt qu'à des attributs formels ;
- (3) deux modes descriptifs (direct versus médiatisé par la solution) alternent lors de l'évocation des solutions-sources par les concepteurs.

Nous interprétons ces modes distincts comme contingents à une étape différente de l'approfondissement dans le processus d'appariement analogique entre la solution-source et la solution-cible en cours de développement.

Une seconde étude empirique, en cours, porte plus particulièrement sur les mécanismes de compréhension d'un programme source (écrit en C++) en vue de sa réutilisation par des programmeurs plus ou moins expérimentés. Cette étude est menée en collaboration avec S. Wiedenbeck (Université de Nebraska) et M. Ziane (INRIA, Université Paris V).

### 3.1.4 Apprentissage de la programmation

*Participant*es : S. Chatel, F. Détienne

Les études sur l'apprentissage de la programmation mettent en avant deux types d'exigences : acquérir les règles de fonctionnement d'un dispositif nouveau, pour lequel il faut concevoir des procédures et maîtriser l'expression de ces procédures. Les recherches menées en psychologie sur ce thème ont été principalement menées auprès de débutants. Peu d'études empiriques ont traité de l'acquisition de nouveaux langages par des programmeurs expérimentés. Notre étude porte sur l'acquisition d'un langage de programmation orientée-objet (POO), Smalltalk\_80, par des débutants et des experts en programmation procédurale ou fonctionnelle. Cette recherche traite, d'une part, des spécificités de l'activité de conception de programmes avec un paradigme de programmation orienté-objet et, d'autre part, apporte des éléments d'information concernant les modes d'acquisition de nouveaux concepts et outils en informatique. L'identification de ces modes d'acquisition semble particulièrement importante, pour concevoir des systèmes d'aide à la programmation et pour développer des plans de formation.

Cette étude comprend trois expériences menées en collaboration avec Isabelle Borne à l'U.F.R. de Mathématiques et Informatiques de l'Université de Paris V. Une première expérience a permis d'analyser les stratégies de conception et de déterminer la nature des connaissances d'experts en POO [11]. Les résultats de cette expérience ont servi par la suite, de cadre de référence pour interpréter les modifications qui s'opèrent en cours d'apprentissage, sur les connaissances et les stratégies mises en œuvre par des débutants en programmation orientée-objet (via une comparaison experts/novices).

Une des questions cruciales, abordée dans cette étude, concerne la possibilité d'utiliser des connaissances acquises dans des situations différentes de celle de l'apprentissage et de les appliquer à des situations nouvelles. La deuxième expérience traite de ce problème. Celle-ci a permis d'apprécier l'étendue et la direction du transfert de solutions entre paradigmes de programmation différents et de spécifier la nature des composantes de solution transférées.

Enfin, une étude longitudinale a permis de mieux cerner les effets de certaines caractéristiques de la situation de conception sur la création

de schémas en programmation orienté-objet et d'apprécier la façon dont les stratégies de conception évoluent, au cours de l'apprentissage. L'ensemble de ces travaux fait l'objet d'une thèse [1].

## **3.2 Recherches à caractère méthodologique**

### **3.2.1 Méthodologie pour la description des tâches**

*Participant*es : D. Fallah, D.L. Scapin, S. Sebillotte

Une méthodologie pratique d'analyse de la tâche en vue d'extraire des caractéristiques pertinentes pour la conception d'interfaces a été proposée [27], [24], [26], [25]. A partir d'exemples concrets, l'accent est mis sur les méthodes (interviews, analyse de traces, simulation expérimentale) pour recueillir les données se rapportant à la tâche de l'opérateur humain, et sur la description de la tâche en utilisant MAD (Méthode Analytique de Description). La spécification des interfaces est simplement abordée, ici, comme un exercice sur un exemple donné : on montre comment on peut extraire de la description de la tâche certaines caractéristiques importantes, qui doivent être prise en compte pour concevoir des interfaces homme-ordinateur ergonomiques. Une vidéo a également été produite (réalisée en collaboration avec le service audiovisuel de l'INRIA [29], celle-ci permet de suivre succinctement les grandes étapes de cette méthodologie.

### **3.2.2 Méthodologie ergonomique pour la spécification d'interfaces**

*Participants* : H. Hammouche, D.L. Scapin

La spécification des interfaces est envisagée selon deux approches :

- une approche ergonomique qui a trait à l'examen et à l'organisation de recommandations ergonomiques orientées-tâches,
- une approche et une modélisation informatique pour la spécification d'interfaces.

### **Recommandations orientées-tâche**



*Participant*es : B. Alonso, D.L. Scapin, S. Sebillotte

Après la description MAD des tâches de contrôle aérien, et notamment des aspects partage de tâches [23], un travail s'est poursuivi avec l'objectif de proposer une méthode de type analytique pour la conception et l'évaluation d'interfaces (i.e., avant le recours au test utilisateur) : une première étape a consisté à recenser les connaissances ergonomiques orientée-tâches disponibles (manuels, guides, normes) [16]. Une réflexion est en cours sur la mise en œuvre d'une méthode de conception orientée-tâche : elle consiste notamment à définir une organisation des recommandations identifiées ; à la mettre en œuvre, et à la tester en situation réelle.

### **Approche et modélisation pour la spécification d'interfaces utilisateur**

*Participant*s : H. Hammouche, D.L. Scapin

A partir du constat des lacunes existantes en matière de méthodes et d'outils d'analyse des tâches pour la conception a priori des interfaces utilisateurs d'un point de vue ergonomique, une méthodologie à plusieurs phases (ERGO-START) a été proposée afin d'assister le concepteur durant le processus de spécification, de conception et de développement d'interfaces.

Une contribution de ce travail a été la définition plus formelle de la notion de tâche. Ainsi, une nouvelle formalisation inspirée des techniques de description formelle de type notations algébriques a été proposée : MAD\* (Modèle Analytique de Description de tâches orientÉ spécificAtion d'interfaces utilisateur).

Par ailleurs, nous nous sommes intéressés plus spécifiquement à la phase de spécification, phase cruciale du processus qui fédère toutes les phases qui lui succèdent. Une approche méthodologique a été développée (AIDE, pour Approach for user Interface Design based on Ergonomics) pour la spécification des aspects conceptuels et sémantiques de l'interface.

Une modélisation en réseau sémantique de classes, de la notion de tâche utilisateur sert de support à l'approche. L'approche AIDE introduit : (i) la notion de modèle d'interface conceptuelle, comme une architecture fonctionnelle générique à trois niveaux, développée au dessus d'un ensemble de composants abstraits de l'interaction, et (ii) les techniques et mécanismes d'appariement entre la modélisation des tâches et les composants de l'interface conceptuelle. Parallèlement, nous avons affiné sur un exemple les mécanismes permettant la sélection de composants graphiques à partir des spécifications de l'interface conceptuelle, indépendamment des plates-formes de construction d'interfaces. Une étude en cours consiste à valider l'approche de spécification sur une étude de cas (une tâche de gestion d'une base de données musicales) pour laquelle on dispose déjà de résultats empiriques sur son évaluation. L'ensemble de ces travaux fait l'objet d'une thèse [3].

En s'appuyant sur les travaux précédents, et en collaboration avec l'INSTN (F. Gamboa-Rodrigues, J-L. Ermine) une recherche pluridisciplinaire (ergonomie et informatique) a démarré sur l'aide à la spécification d'interfaces selon deux objectifs :

- d'une part la construction d'une maquette permettant de manipuler deux modèles : un modèle des tâches opérateur et un modèle de conception d'interfaces. Il s'agit d'implémenter la formalisation du modèle des tâches, de spécifier le modèle conceptuel d'interfaces et de définir les procédures permettant de passer de l'un à l'autre, en faisant la liaison avec la réalisation pratique d'interfaces (via par exemple des boîtes à outils).
- d'autre part l'étude de la manipulation de ces modèles (à l'aide de la maquette) par des spécialistes en situation de conception d'interfaces.

### **3.2.3 Évaluation d'interfaces à partir de critères ergonomiques**

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

Les travaux effectués cette année ont permis d'une part, de terminer l'analyse des résultats issus d'une recherche précédente et de mettre au point une étude visant à comparer les critères ergonomiques aux stan-

dards ISO dans une tâche d'évaluation d'interface utilisateur.

L'étude sur l'apport des critères ergonomiques à l'évaluation d'interfaces utilisateurs a montré que l'utilisation des critères améliorerait les performances d'évaluation des ergonomes. En plus d'augmenter le nombre de problèmes que détectent les ergonomes, l'utilisation des critères augmente la communauté des problèmes détectés : les évaluations des ergonomes tendent à être plus semblables les unes aux autres. Les dernières analyses ont par ailleurs montré que lorsque les ergonomes utilisent les critères ergonomiques à des fins de détection des problèmes de conception, peu d'erreurs d'affectation sont commises. Les critères ergonomiques, en plus de constituer une aide à la détection des erreurs, constituent donc un bon outil de classification et représentent, comparativement à la seule expertise, une aide avantageuse en terme de coût et bénéfiques. Ces résultats ont fait l'objet d'un rapport de recherche [17] et d'un article soumis pour publication.

Pour comparer l'effet des critères ergonomiques sur les performances d'évaluation d'interface utilisateur, à l'effet des principes de dialogue contenus dans la partie 10 des standards ISO 9241 (Prescriptions ergonomiques pour travail de bureau avec terminaux à écrans de visualisation), une expérience a été construite avec trois groupes de participants ("contrôle", "Critères", et "ISO") ayant pour tâche d'évaluer l'interface d'une application de gestion de discothèque utilisée dans les travaux précédents.

### **3.2.4 Identification des attributs ergonomiques des objets d'interfaces**

*Participants* : W. Cybis, D.L. Scapin

Un travail de thèse a été soutenu cette année [2], [12] sur la notion d'objet d'interaction abstrait ergonomique -OIAe-. La détermination de ce type d'objet a pour objectif de faciliter le raisonnement ergonomique notamment pour la génération d'interfaces homme-machine car il met en jeu essentiellement des attributs ergonomiques issus des aspects utilisation des interfaces. Les OIAe proposent des correspondances effectives entre leurs attributs et des règles ergonomiques (de type de règle de production) issues de textes des recommandations. La signification et

les rapports entre les objets y jouent les rôles principaux. Les OIAe sont définis comme des signes informatiques et sont mis en œuvre de manière analogique aux agents PAC, selon les dimensions : Contenu, contrôle et Expression. La typologie du modèle organise ces objets selon leurs fonctions, leurs structures et leurs formes. Vus comme fonctions, ils modélisent les classes des composants d'un outil générique : les affichages, les contrôles, les commandes et les panneaux de bord. Leurs structures peuvent être élémentaires ou composites et les aspects de présentation résultent des combinaisons des formes principales et auxiliaires. Cette recherche se poursuit, notamment pour la validation du modèle, par le développement d'HyperAttribut, un outil d'aide à l'évaluation et à la spécification des interfaces utilisateurs fondées sur la notion d'OIAe. Ces travaux sont menés en collaboration entre le projet et le Département de Génie de Production de l'Université Fédérale de Santa Catarina, à Florianopolis, Brésil.

### **3.2.5 Modélisation du langage dans les interfaces multimodales**

*Participants* : R. Dachelet, L. Taleb

Concernant la modélisation du langage, nous nous sommes particulièrement attachés à l'accès en langage naturel aux interfaces multimodales. Il s'agit plus précisément d'interfaces d'accès à des systèmes d'information multimédia. Notre travail consiste en la spécification de sous-langages du langage naturel [18]. Les deux facteurs déterminant le caractère restreint de ces sous-langages sont l'univers référentiel et les caractéristiques des utilisateurs envisagés. Le domaine spécifique permet de circonscrire un univers discours très restreint ; les informations sont stockées dans la base. D'autre part, seules les tâches professionnelles qui requièrent la consultation du système sont prises en compte.

Les méthodes utilisées :

- le matériau linguistique est modélisé grâce aux méthodes d'analyse distributionnelle,

- pour l'aspect dialogue, une description des phénomènes propres aux dialogues informatifs s'appuie sur les théories pragmatico-énonciatives.

Ces travaux sont menés dans le cadre du projet ESPRIT INTUITIVE et le site d'application est la Compagnie Générale Maritime (Le Havre).

### **3.3 Études ergonomiques à caractère appliqué**

#### **3.3.1 Spécification d'une interface d'aide à la gestion de situations d'incendie sur des navires**

*Participants* : D. Fallah, D.L. Scapin, S. Sebillotte

Dans le cadre du projet ESPRIT 3 INTUITIVE, une description des tâches formalisées selon MAD a été effectuée à propos de l'activité de commandants de navire en situation d'incendie, notamment en ce qui concerne l'activité de recherche d'information. A partir des éléments recueillis dans la description et des résultats obtenus dans une simulation expérimentale, selon la technique de l'information à la demande, on a pu spécifier certaines contraintes ergonomiques pour un futur système d'aide, en repérant les caractéristiques de chaque tâche : structure de la tâche, attributs, type d'information, accès à ces informations, etc. [24], [26]. Ce travail se poursuit dans la perspective de la conception d'une maquette qui pourrait servir de support à des études expérimentales de validation. Pour cette maquette, un certain nombre de propositions d'interface sont en cours (à partir de la description des tâches et de la mise en œuvre de recommandations ergonomiques explicites) afin de fournir au commandant de navire un support de dialogue approprié aux situations d'urgence incendie. Des expériences auprès des commandants de navire sont envisagées pour compléter cette première spécification d'interface et pour traiter des problèmes rencontrés, plus particulièrement du point de vue des aspects codage et dénomination.

#### **3.3.2 Interface multimédia pour un système d'information en botanique**

*Participant* : D.L. Scapin

Une collaboration a eu lieu avec la Fondation Bull (L. Carcèlès) sur l'évaluation ergonomique d'une interface multimédia pour un système

d'information en botanique. Ce système, conçu dans le cadre des activités de la Fondation Bull, permet l'accès (à des experts en botanique, mais aussi au grand public) à un ensemble d'informations (sous forme de texte, de graphique et de photos) sur les caractéristiques d'essences d'arbres. Les objectifs des utilisateurs peuvent être par exemple d'identifier une essence inconnue, de s'informer plus en détail sur une essence connue, d'identifier un ensemble d'essences partageant une ou plusieurs caractéristiques communes, etc. La recherche d'information est proposée sous diverses formes : recherche assistée (système expert), accès guidé (manipulation directe), accès direct (langage de commande).

## 4 Actions industrielles

- CNET/France Télécom-INRIA “Étude ergonomique de l'activité des opérateurs en supervision du réseau de télécommunications” (Marché 94 5B 008), en collaboration avec le LAMIH, le LIPN, et l'Université Toulouse le Mirail.
- CGM Le Havre (Compagnie Générale Maritime). Description d'incidents et recherche de l'information utile, pour donner des éléments de spécification dans une perspective de conception d'une base de données. Modélisation du langage d'accès à un système d'information.

## 5 Actions nationales et internationales

### 5.1 Activités de recherche de nature internationale

- Projet ESPRIT 3 : INTUITIVE INTERactive User Interface and Tools for Information in a Visual Environment : (R. Dachelet, D. Fallah, L. Taleb, D.L. Scapin, S. Sebillotte).
- Projet ESPRIT 3 : SCALE System Composition and Large Grain Component Reuse Support : (A. Bisseret, J-M. Burkhardt, S. Chatel, C. Deleuze-Dordron, J. F. Rouet, F. Détienne).
- Collaboration avec le Département de Génie de Production et Systèmes, Université Fédérale de Santa Catarina, Brésil (W. Cybis, D.L. Scapin).

- Collaboration avec l'Institut d'Informatique des Facultés Universitaires Notre-Dame de la Paix, Namur, Belgique (J.M.C. Bastien, D.L. Scapin).
- Visite de professeur invitée (S. Wiedenbeck) et collaboration avec University of Nebraska (J-M. Burkhardt, F. Détienne).

## 5.2 Participation à des comités de programme

- CHI'94, Boston, MA, USA, 25-29 April 1994. Membre du Papers Reviewing Committee : D.L. Scapin.
- CHI'95, Denver, May 7-11, 1995. Membres du papers Reviewing Committee : F. Detienne, W. Visser ; Regional coordinator for Western Europe : F. Détienne.
- HCI International, Yokohama, Japon, July 9-14, 1995. Membre du Comité Scientifique : D.L. Scapin.
- INTERACT'95, Lillehammer, Norvège, June 27-29, 1995. Co-chairs Research & Theory Papers : F. Détienne, D.L. Scapin.
- AVI'94, Bari, Italie, May 1-4, 1994. Membre du Comité Scientifique : D.L. Scapin.
- HCI'95, Glasgow, Grande-Bretagne, July 15-19, 1995. Membre du Comité Scientifique : D.L. Scapin.
- ECCE7, Bonn, Germany, 5-8 septembre 1994. Membre du Comité de Programme : F. Détienne.
- ECCS'95, Premier Colloque Européen de Sciences Cognitives, coorganisé par l'ARC et l'INRIA (Saint-Malo, France, 1995). Membre du Comité de Programme et du Comité d'Organisation : W. Visser.
- CARI, 2ème Colloque Africain sur la Recherche en Informatique. Ouagadougou (Burkina-Faso), 12-18 octobre 1994. Reviewer : S. Sebillotte.
- Colloque ERGO-IA'94, Biarritz, 26-28 Octobre 1994. Membre du Comité de Programme : D.L. Scapin.
- Congrès de la SELF, Paris, 21-23 Septembre 1994. Membre du Comité Scientifique : D.L. Scapin.

- 15th Interdisciplinary Workshop on “Informatics and Psychology”, Schaerding, Austria, May 24-26, 1994. Membres du Comité de Programme : F. Détienne, D.L. Scapin.
- EWCBR'94, Second European Workshop on Case-Based Reasoning, Chantilly, France, Novembre 1994. Membre du Comité de programme : W. Visser.
- IHM'94, Lille, 8-9 Décembre 1994. Membre du Comité de Programme : D.L. Scapin.
- Journées ERGO'IDF. “Langage et Activité”, Paris, 3 mai 1994. Organisateur : S. Sebilotte.

### 5.3 Collaboration à des revues

- Membre du comité de lecture de la revue Behaviour and Information Technology : D.L. Scapin ; Reviewers : F. Détienne, S. Sebilotte.
- Membre du comité de lecture de la revue Sciences et Techniques de la Conception : W. Visser.
- Review pour Interacting with Computers : S. Sebilotte.
- Reviews pour l'International Journal of Human-Computer Interaction : D.L. Scapin.
- Review pour ACM Transactions on Computer Human Interaction : W. Visser.
- Reviews pour IJHCS (International Journal of Human-Computer Studies) : F. Détienne.
- Reviews pour HCI Journal et co-éditrice invitée d'un numéro spécial de “Human-Computer Interaction Journal” sur “Empirical Studies of Object-Oriented Design” dont la parution est prévue en 1995 : F. Détienne.
- Reviews pour Le Travail Humain : F. Détienne.

### 5.4 Édition d'ouvrages

- F. Détienne est co-éditrice du livre “User Centred Requirements for Software Engineering Environments”, D. Gilmore, R. Winder et F. Détienne (Eds), Heidelberg, Springer Verlag, (1994).



### 5.5 Activités d'expertise

- Expert pour la Commission Scientifique du Québec (CRSNG): D.L. Scapin.
- Expertises pour DGA, ERCIM, MRE, CEE Telematics Program: D.L. Scapin.

### 5.6 Autres

- Trésorière adjointe, membre du Conseil d'administration de l'ARC (Association pour la Recherche Cognitive): W. Visser.
- Membre (Affaires Légales) du bureau exécutif de EACE (European Association of Cognitive Ergonomics): F. Détienne.

## 6 Diffusion des résultats

### 6.1 Colloques et Congrès

- CHI'94, Boston, MA, USA, April 25-29, 1994. Participation: F. Détienne, D.L. Scapin.
- ECCE7, Bonn, Germany, 5-8 septembre 1994. Communication de F. Détienne et S. Chatel.
- ECAI'94, 11th European Conference on Artificial Intelligence, Amsterdam, Pays-Bas, août 1994. Participation au panel "Computers and Creative Thought": W. Visser (Edmonds, Riecken, Satherley, Stenning & Visser, 1994).
- EWCBR'94, Second European Workshop on Case-Based Reasoning, Chantilly, France, Novembre 1994: Participation W. Visser.
- The Delft Protocols Workshop "Analysing Design Activity", Delft, The Netherlands, September 20-22, 1994. Communication: W. Visser.
- 2nd Encontro Carioca Abergó, 18-20 Mai 1994, Rio de Janeiro, Brésil. Conférence de D.L. Scapin.
- Colloque ERGO-IA Ô94, 26-28 Octobre 1994, Biarritz. Communication de J.-M. Burkhardt et F. Détienne; Participation de D.L. Scapin.

- XXIX<sup>ème</sup> Congrès de la Société d'Ergonomie de Langue Française (21-23 septembre 1994 à Paris) Communication de W. Cybis ; Participation : B. Alonso, J.M.C. Bastien, L. Bouvier-Perron, J-M. Burkhardt, S. Chatel, F. Detienne, D. Fallah, D. Scapin, S. Sebillotte.
- IHM'94, Lille, 8-9 Décembre 1994. Participation : D.L. Scapin.
- Journée Ergo IDF "Langage et Activité", 3 Mai 1994. Communication de L. Taleb et S. Sebillotte " Modéliser l'activité à partir du langage et modéliser le langage pour l'interrogation d'une base de données".

## 6.2 Séminaires de recherche

- Séminaire du département d'informatique de l'université de NAMUR 3-5 Octobre 1994, exposé de J.M.C. Bastien & D.L. Scapin.
- Séminaire INRIA, 19 septembre 1994 : conférence de W. Cybis.
- Séminaire "Morphosyntaxe", Paris III (Mary-Annick Morel). Exposé de L. Taleb : "Un exemple d'application de la théorie des sous-langages", 24 Janvier 1994.
- École des Mines, Paris, Séminaire "Recherche et Conception", 29 avril 1994. Conférence "Activité du concepteur" : W. Visser.
- INRIA-CRIN/Lorraine, Séminaire "Raisonnement à partir de cas", Communication : "Réutilisation d'incidents en supervision de réseaux de télécommunications" : L. Perron-Bouvier (avec P. Caulier, LAMIH, Valenciennes), 25-26 Mai 1994.
- Groupe de recherche MUSTIL (Modèles Utilisateur, Système, Tâche et Intégration Logiciel) : LAFORIA, Paris VI. Participation : H. Hammouche.
- LAMSADE (Université de Dauphine) : Conception d'interfaces ergonomiques : le point de vue aide à la décision. H. Hammouche, Avril 1994.
- Séminaire du LAFORIA-LIF-MASI de l'Université de Paris VI :  $\mathcal{C}$  Environnements interactifs d'apprentissage avec ordinateur  $\mathcal{E}$ . Exposé de S. Chatel & I. Borne : Smalltalk, son apprentissage et son enseignement. Le point de vue de l'Ergonomie Cognitive, 21 Janvier 1994.

- Séminaire du Laboratoire d'Ergonomie du CNAM : Ç Activités de conception È. Exposé de S. Chatel : Stratégies de conception de programmes, 28 Mars 1994 ; Exposé de W. Visser : Réutilisation de solutions de conception, 29 Mars 1994.
- Séminaire PETROBRAZ “Ergonomie des Interfaces”, 23 Mai 1994, Rio de Janeiro, Brésil. Conférence de D.L. Scapin.
- Séminaire EMBRATEL “Ergonomie des Interfaces”, 24 Mai 1994, Rio de Janeiro, Brésil. Conférence de D.L. Scapin.
- Ecole d'Eté INRIA/EdF “ Conception et développement des Interfaces Utilisateurs”, 27 Juin - 8 Juillet 1994, Le Bréau-sans-Nappe. Participants : B. Alonso, J.M.C. Bastien, L. Perron-Bouvier.

### 6.3 Participation à des actions d'enseignement

- Participation au jury de thèse (Rapporteur : D.L. Scapin) de Jean-Marc Bernard “Exploitation des mesures oculométriques dans la modélisation de la tâche prescrite et de l'activité réelle des opérateurs par réseaux de Pétri.”, 14 Février 1994, Université de Valenciennes.
- Participation au jury de thèse (D.L. Scapin) de Sandrine Balbo “Evaluation ergonomique des interfaces utilisateur : un pas vers l'automatisation”, 5 Septembre 1994, Université de Grenoble.
- Participation au jury de thèse (co-directeur de thèse : D.L. Scapin) de W. Cybis “A identificação dos objetos de interfaces homem-computador e de seus atributos ergonomicos”, 18 Mai 1994, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianopolis.
- Institut National des Sciences et Techniques Nucléaires (INSTN) : DEA lectronique option “Traitement de l'information” (J.M.C. Bastien, F. Détéienne, D.L. Scapin, S. Sebillotte, W. Visser).
- Institut National des Langues et Civilisations Orientales : Centre de Recherche en Ingénierie Multilingue (J.M.C. Bastien).
- École Nationale des Ponts et Chaussées (Formation Continue) (J.M.C. Bastien).
- Université Paris V : D.E.S.S. d'Ergonomie (J.M.C. Bastien).

- Conservatoire National des Arts et Métiers, Cycle C d'ergonomie (J.M.C. Bastien).

## 7 Publications

### Thèses

- [1] S. CHATEL, *L'apprentissage d'un langage de programmation orienté-objet, Smalltalk\_80*, Thèse de doctorat, Université de Paris VIII, décembre 1994.
- [2] W. CYBIS, *A identificação dos objetos de interfaces homem-computador e de seus atributos ergonomicos*, Thèse de doctorat de génie de production, Univeridade Federal de Santa Catarina, Florianopolis, mai 1994.
- [3] H. HAMMOUCHE, *AIDE : Une Approche pour la Spécification Ergonomique d'Interfaces à partir de la Description des Tâches Utilisateur*, Thèse de doctorat, Université de P. & M. Curie, décembre 1994.
- [4] L. KARSENTY, *L'explication d'une solution dans les dialogues de conception*, Thèse de doctorat de psychologie cognitive ergonomique, Université Paris VIII, juillet 1994.

### Articles et chapitres de livre

- [5] F. DÉTIENNE, «Constraints on design : language, environment, code representation», *in : User centred requirements for software engineering environments*, D. Gilmore, R. Winder, et F. Détienne (éd.), *NATO ASI Series*, Springer Verlag, 1994.
- [6] F. DÉTIENNE, «Design Activities and Representations for Design : An Introduction», *in : User-centred requirements for software engineering environments*, D. Gilmore, R. Winder, et F. Détienne (éd.), *NATO ASI Series*, Springer Verlag, 1994.
- [7] F. DÉTIENNE, «Design Strategies and Knowledge in Object-oriented design : Effects of experience», *Human-Computer Interaction Journal*, 3 & 4, 1995, A paraître.
- [8] W. VISSER, «The organisation of design activities : opportunistic, with hierarchical episodes», *Interacting with Computers* 6, (3), 1994, p. 235-274.
- [9] W. VISSER, «Planning and organization in expert design activities», *in : User Centred Requirements for Software Engineering Environments*, D. Gilmore, R. Winder, et F. Détienne (éd.), *NATO ASI Series*, Springer Verlag, 1994.

**Communications à des congrès, colloques, etc.**

- [10] J.-M. BURKHARDT, F. DÉTIENNE, «La réutilisation en génie logiciel : une définition d'un cadre théorique en ergonomie cognitive», *in* : *ERGO.IA '94*, 26-28 octobre 1993. Biarritz, France.
- [11] S. CHATEL, F. DÉTIENNE, «Expertise in object-oriented programming», *in* : *In the Seventh European Conference on Cognitive Ergonomics Proceedings : ECCE7'94*, September 5-8 1994. Bonn, Germany.
- [12] W. CYBIS, «Vers un modèle d'objet d'interaction abstrait pour le raisonnement ergonomique sur l'interface homme-machine», *in* : *XXIX Congrès de la SELF*, 21-23 Septembre 1994. Paris, France.
- [13] E. EDMONDS, D. RIECKEN, R. SATHERLEY, K. STENNING, W. VISSER, «Computers and Creative Thought», *in* : *Proceedings of ECAI'94, 11th European Conference on Artificial Intelligence*, 1994.
- [14] PERRON-BOUVIER, W. VISSER, «La réutilisation de connaissances», *in* : *Bulletin de l'Association Française pour l'Intelligence Artificielle (AFIA)*, Juillet 1994. No 18.
- [15] W. VISSER, «Use of episodic knowledge in design problem solving», *in* : *Preprints of the Delft Protocols Workshop*, september 19-22 1994. Delft, Pays-Bas.

**Rapports de recherche et publications internes**

- [16] B. M. ALONSO, «Ébauche d'une méthode de conception orientée tâches pour une interface de contrôle aérien», *rapport de fin contrat n° R94015*, INRIA, Rocquencourt, mars 1994.
- [17] J. M. C. BASTIEN, D. L. SCAPIN, «Evaluating a user interface with ergonomic criteria», *rapport de recherche n° 2326*, INRIA, Rocquencourt, mars 1994.
- [18] R. DACHELET, L. TALEB, «Intermediate Technical Report INTUITIVE P6593 - From form to meaning», *rapport de recherche*, INRIA, 1994.
- [19] F. DÉTIENNE, J.-F. ROUET, J.-M. BURKHARDT, S. CHATEL, C. DELEUZE-DORDRON, «An Analysis of Software Structuration and Documentation Activities : Results of Advanced Studies», *Projet esprit iii scale deliverables/d2.3.2-2*, INRIA, Rocquencourt, 1994.
- [20] L. PERRON-BOUVIER, «La supervision de réseaux de télécommunications : analyse de l'activité centrée sur la réutilisation et la catégorisation d'incidents», *rapport d'avancement du contrat CNET/France Télécom n° 94 5B 008*, juillet 1994.

- [21] L. PERRON-BOUVIER, «Une approche en Psychologie Cognitive de la réutilisation de connaissances», *rapport interne du LAFORIA n° 93/42*, INRIA, 1994.
- [22] D. L. SCAPIN, «For a Psycho-Engineering approach to HCI», *rapport de Recherche n° 2215*, INRIA, mars 1994.
- [23] S. SEBILLOTTE, B.-M. ALONSO, «Description MAD de la tâche de “Contôle Aérien” exécutée par deux contrôleurs», *document interne*, août 1994.
- [24] S. SEBILLOTTE, D. FALLAH, «Description MAD d'une tâche complexe “Résoudre un incendie en mer”, *document interne*, mai 1994.
- [25] S. SEBILLOTTE, D. FALLAH, «Methodology guide to task analysis with the goal of extracting relevant characteristics for interfaces», *Intermediate Technical Report-Task n° TD-05-01*, mai 1994.
- [26] S. SEBILLOTTE, D. FALLAH, «Task description “Resolve the emergency situation : fire” », *Intermediate Technical Report-Task n° TD-05-02*, octobre 1994.
- [27] S. SEBILLOTTE, «Méthodologie pratique d'analyse de la tâche en vue de l'extraction de caractéristiques pertinentes pour la conception d'interface», *rapport technique n° 163*, mars 1994.
- [28] W. VISSER, «Raisonnement basé sur des cas : une thématique transversale en psychologie et ergonomie cognitives», *rapport interne n° 93/42*, LAFORIA, décembre 1993.

## Œuvres audiovisuelles

- [29] D.-L. SCAPIN, S. SEBILLOTTE, *Y a pas le feu*, 12mn, 1994, Vidéo No 267.

## 8 Abstract

The goal of the “Ergonomics Psychology” project is to study and improve the compatibility between the information representation and processing by the computer and the cognitive characteristics of the human. Research concerns users' activities, systems characteristics and ways to match user aspects and interface aspects, through a trade-off between two strategies : provide computer “behaviors” adapted to the user ; and improve the adaptation of the user to computers through documentation and training. With such a goal, research focuses on modelling the cognitive capabilities of humans as well as on defining

methods and tools appropriate for the evaluation and design of software (particularly interfaces) usability. The research activities of the project are diverse: they concentrate on human factors aspects, on psychology, but also utilize knowledge from connected domains, such as interface engineering (UIMs, design methods), artificial intelligence (knowledge elicitation, knowledge representation, simulation of reasoning), linguistics (sub-languages, dialogues, textual linguistics). Much of the research conducted in the project is experimentally based, starting from observations of real tasks, and is often aimed at solving practical problems. Research is always conducted with the collaboration of domain specialists. A few current research topics being investigated are the following :

- identification, organization, and validation of dimensions for the evaluation of user interfaces ;
- modelling of interface design and evaluation strategies (expertise elicitation) ;
- modelling of interface elements with ergonomic attributes ;
- data gathering and task modelling methods ;
- method for task-based specification of the conceptual interface ;
- specification of sub-languages ;
- cognitive modelling of problem-solving, re-use of solutions ;
- psychology of programming.

## Table des matières

<b>1</b>	<b>Composition de l'équipe</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Présentation du projet</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Actions de recherche</b>	<b>8</b>
3.1	Travaux à caractère descriptif sur le fonctionnement cognitif humain et sa modélisation . . . . .	8
3.1.1	Description et modélisation MAD des tâches . . . . .	8
3.1.2	Études sur la conception . . . . .	9
3.1.3	Études sur la réutilisation . . . . .	9
3.1.4	Apprentissage de la programmation . . . . .	13
3.2	Recherches à caractère méthodologique . . . . .	14
3.2.1	Méthodologie pour la description des tâches . . . . .	14
3.2.2	Méthodologie ergonomique pour la spécification d'interfaces . . . . .	14
3.2.3	Évaluation d'interfaces à partir de critères ergonomiques . . . . .	16
3.2.4	Identification des attributs ergonomiques des objets d'interfaces . . . . .	17
3.2.5	Modélisation du langage dans les interfaces multimodales . . . . .	18
3.3	Études ergonomiques à caractère appliqué . . . . .	19
3.3.1	Spécification d'une interface d'aide à la gestion de situations d'incendie sur des navires . . . . .	19
3.3.2	Interface multimédia pour un système d'information en botanique . . . . .	19
<b>4</b>	<b>Actions industrielles</b>	<b>20</b>
<b>5</b>	<b>Actions nationales et internationales</b>	<b>20</b>
5.1	Activités de recherche de nature internationale . . . . .	20
5.2	Participation à des comités de programme . . . . .	21



5.3	Collaboration à des revues . . . . .	22
5.4	Édition d'ouvrages . . . . .	22
5.5	Activités d'expertise . . . . .	23
5.6	Autres . . . . .	23
<b>6</b>	<b>Diffusion des résultats</b>	<b>23</b>
6.1	Colloques et Congrès . . . . .	23
6.2	Séminaires de recherche . . . . .	24
6.3	Participation à des actions d'enseignement . . . . .	25
<b>7</b>	<b>Publications</b>	<b>26</b>
<b>8</b>	<b>Abstract</b>	<b>28</b>