

Projet EIFFEL

Cognition et Coopération en Conception

Rocquencourt

THÈME 3A



*R*apport
d'Activité

2001

Table des matières

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Composition de l'équipe | 3 |
| 2 | Présentation et objectifs généraux | 4 |
| 3 | Fondements scientifiques | 5 |
| 4 | Domaines d'applications | 7 |
| 5 | Résultats nouveaux | 8 |
| 5.1 | Conception collective | 8 |
| 5.1.1 | Méthodologie d'analyse des dialogues de conception | 8 |
| 5.1.2 | Rôle des participants dans des réunions d'inspection | 9 |
| 5.1.3 | Confrontation des savoirs et intégration des points de vue | 9 |
| 5.1.4 | Représentation des situations d'usage | 11 |
| 5.1.5 | Environnement coopératif pour l'innovation technologique en ingénierie automobile | 12 |
| 5.1.6 | La reconnaissance d'intention dans les activités collectives | 12 |
| 5.1.7 | Le conseil comme activité de co-conception | 13 |
| 5.2 | Gestion des connaissances et capitalisation des savoirs de conception | 13 |
| 5.2.1 | Processus cognitifs et socio-cognitifs dans la réutilisation | 14 |
| 5.2.2 | Extraction et récupération de connaissances casuelles | 15 |
| 5.2.3 | La traçabilité en conception | 15 |
| 5.2.4 | Mémoire organisationnelle et activité réflexive | 16 |
| 5.3 | Raisonnements individuels de conception | 17 |
| 5.3.1 | Planification et assistance aux déplacements | 17 |
| 5.3.2 | Description d'objets dans la rédaction de documents techniques | 20 |
| 5.3.3 | Conception et compréhension de logiciels | 20 |
| 5.3.4 | Spécification cognitive de dispositifs interactifs de réalité virtuelle | 21 |
| 6 | Contrats industriels (nationaux, européens et internationaux) | 21 |
| 7 | Actions régionales, nationales et internationales | 23 |
| 7.1 | Collaborations internationales | 23 |
| 7.1.1 | Collaborations franco-nord-américaines | 23 |
| 7.2 | Collaborations nationales | 23 |
| 8 | Diffusion de résultats | 26 |
| 8.1 | Animation de la communauté scientifique | 26 |
| 8.1.1 | Organisation de manifestations scientifiques | 26 |
| 8.1.2 | Comité éditorial de journaux | 27 |
| 8.1.3 | Comité éditorial de conférences | 27 |
| 8.1.4 | Autres activités d'expertise | 28 |
| 8.1.5 | Sociétés savantes | 28 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 8.2 | Enseignement universitaire | 28 |
| 8.3 | Conférences invitées | 29 |
| 8.4 | Participation a des colloques, séminaires | 30 |
| 9 | Bibliographie | 31 |

1 Composition de l'équipe

Responsables scientifiques

Françoise Détienne [DR, INRIA-Rocq]

Pierre Falzon [Professeur , CNAM]

Responsable permanent

Willemien Visser [CR]

Assistantes de projet

Laurence Bourcier [AJT, INRIA (temps partagé avec le projet Imédia)]

Josette Ortman [TR, CNAM]

Personnel Inria-RA

André Bisseret [DR (DR émérite depuis Juin 99)]

Personnel Université

Françoise Darses [Maître de Conférences, CNAM (en délégation à l'Inria-Rocq depuis Octobre 2000)]

Collaborateurs extérieurs

Jean-Marie Burkhardt [Maître de Conférence, Université Paris V]

Marianne Cerf [CR, INRA]

Évelyne Mounier [Maître de Conférence, Université P. Mendès-France , Grenoble]

Christophe Mundutéguy [CR, INRETS, depuis septembre 2001]

Catherine Sauvagnac [délégué aux conditions de travail, Assistance Publique Hôpitaux de Paris]

Pierre Wydoodt

Chercheur post-doctorant

Anne Pellegrin [Post-doct industriel Juillet 2000-Juin 2001]

Doctorants

Patrick Bougé [convention CIFRE INRIA-Rocq -Dassault-Systèmes, en thèse de Psychologie Cognitive à l'Université Paris VIII]

Sébastien Chalmé [bourse MENRT, en thèse de Sciences Cognitives à l'Université Paris-Sud XI]

Claire Compagnon [bourse MENRT, en thèse d'Ergonomie au CNAM]

Géraldine Martin [ergonome EADS, en thèse d'Ergonomie au CNAM, jusqu'en septembre 2001]

Christophe Mundutéguy [INRETS, en thèse d'Ergonomie au CNAM, jusqu'en août 2001]

Isabelle Marty [convention CIFRE CNAM-SMAT, en thèse d'Ergonomie au CNAM, jusqu'en octobre 2001]

Thierry Février-Quesada [bourse CNAM , en thèse d'Ergonomie au CNAM]

Stagiaires

Emmanuel Duplâa [DEA d'Informatique à l'Université du Mans]

Christelle Guardiola [DESS d'Ergonomie à l'Université de Toulouse]

Betty Hohmann [DEA d'Ergonomie, CNAM]

Guillaume Jégou [DEA de Psychologie de la Cognition à l'Université de Poitiers]

Daniel Mathot [DESS d'Ergonomie, à l'Université Paris V Kléber]

Pinto Silva [DEA de Psychologie Cognitive, à l'Université Paris VIII]

2 Présentation et objectifs généraux

Mots clés : ergonomie cognitive, psychologie cognitive, processus cognitifs, conception individuelle, conception collective, coopération, réutilisation, gestion des connaissances, ingénierie, points de vue, planification, méthodologie de conception, outils pour la conception, activité langagière.

Résumé : *L'objectif du projet EIFFEL est de participer à la définition des outils d'aide à la conception et plus particulièrement à la spécification de nouvelles méthodologies de conception adaptées aux besoins des organisations et aux différents acteurs de la conception. Dans cet objectif, le projet développe des recherches sur les activités de conception, aussi bien individuelles que collectives. Nos objectifs opérationnels se déclinent autour de trois axes : (1) Conception collective ; (2) Gestion des connaissances et capitalisation des savoirs ; (3) Raisonnements individuels de conception.*

L'objectif du projet EIFFEL est de participer à la définition des outils d'aide à la conception et plus particulièrement à la spécification de nouvelles méthodologies de conception adaptées aux besoins des organisations et aux différents acteurs de la conception. Dans cet objectif, le projet développe des recherches sur les activités de conception, aussi bien individuelles que collectives.

L'étude des raisonnements de conception a été menée à l'origine dans le cadre des études sur les activités individuelles de résolution de problème. Ceci a évolué ces dix dernières années en réponse à l'évolution des situations de conception en milieu industriel où la question de l'assistance au travail collectif est devenue cruciale. Un enjeu majeur de la modernisation des entreprises est de créer de nouvelles organisations de conception qui mettent l'accent sur le caractère collectif du travail, le décloisonnement des différents métiers de conception et de fabrication, ainsi que la capitalisation et la réutilisation de connaissances dans la conception.

La méthodologie dans la conduite des projets de conception est, de ce fait, devenue une question centrale. Or, la mauvaise prise en compte, par les méthodologies existantes, de l'activité réelle en conception, qu'il s'agisse des raisonnements individuels ou collectifs, entraîne des problèmes qui sont mesurables en termes de coût, d'efficacité, et de productivité des entreprises. La prise en compte des modèles cognitifs des raisonnements individuels et collectifs dans la conception apparaît indispensable pour spécifier et évaluer les méthodologies de conception et, plus généralement, les systèmes d'aide à la conception. L'apport des Sciences de la Cognition, notamment de la Psychologie Cognitive et de l'Ergonomie Cognitive, est donc indispensable à la maîtrise du processus de conception.

Nos objectifs opérationnels se déclinent sous les trois axes de recherche suivants.

Axe 1 : Conception collective Le processus de conception collective est guidé, sinon contraint, par des méthodologies de conception qui prescrivent les phases de conception et leur ordonnancement temporel. Nos études visent à modéliser les processus coopératifs mis

en œuvre relativement à différentes méthodologies de conception : méthodologie d'inspection, ingénierie concourante, conception participative, conseil comme situation de co-conception. L'objectif est d'évaluer et de spécifier les méthodologies de conception. Nos thèmes actuels de recherche ont trait à : l'effet du rôle des participants sur la coopération, la confrontation et l'intégration des points de vue, la représentation des situations d'usage, les activités de co-conception dans la situation de conseil et la reconnaissance d'intention. De manière méthodologique, nous développons une méthode d'analyse des dialogues de conception. Nous portons un intérêt particulier aux activités argumentatives.

Axe 2 : Gestion des connaissances et capitalisation des savoirs La conception d'un système est une tâche généralement longue à l'issue de laquelle la solution s'avère rarement totalement inédite : elle implique autant la construction que la réutilisation de connaissances (épisodiques versus génériques, relatives au produit ou au processus, particulières à un métier ou multi-métiers) déjà construites dans les domaines considérés. Nos thèmes de recherche actuels concernent les mécanismes socio-cognitifs en jeu dans la réutilisation, l'extraction et la récupération de connaissances casuelles (épisodiques), la traçabilité en conception, les activités réflexives méta-fonctionnelles. Ces études se situent plus largement dans le contexte de recherche sur la mémoire d'entreprise. Leur objectif est d'évaluer et de spécifier des méthodologies et outils pour assister la gestion des connaissances.

Axe 3 : Raisonnements individuels de conception Cet axe relève principalement des raisonnements individuels mis en œuvre dans la conception. Nous nous intéressons notamment à la conception et à l'utilisation d'artefacts présentant une structure spatio-temporelle, les plans d'itinéraire, ainsi qu'à la conception de textes et de logiciels. Nous nous intéressons également aux modes perceptifs (haptiques et visuels) mis en œuvre dans l'interaction avec des dispositifs de réalité virtuelle.

Le projet entretient des collaborations internationales avec Drexel University et l'École Polytechnique de Montréal. Au niveau national, le projet collabore avec : LISI-Lyon2, CAV « Centre Alexis Vautrin », Alternatech', ARAMHIS-IRIT, CETIOM, UMR INRA Agronomie de Grignon, CGS des Mines, M3M de UTBM, LIMSI, LAMIH-ENIM, Chambre d'Agriculture de l'Eure, Clips-Imag, Novadis, EXMO (INRIA-RA), LARA-IMARA, ORPAILLEUR (Loria), FRACTALES, I3D.

Nos partenaires industriels sont : l'Aérospatiale-Matra-Airbus, Dassault Systèmes, Matra-datadivision, Renault, Cognition, MVC Matra-Automobile, Bull, Smat, Novadis.

3 Fondements scientifiques

Mots clés : ergonomie cognitive, psychologie cognitive.

Pour l'ingénierie, la conception a pour objet de produire une spécification de la solution technique qui sera réalisée et mise en œuvre. Du point de vue de la Psychologie Cognitive, les

problèmes de conception s'apparentent à des problèmes « mal définis » [FBB⁺90,GP92,NS72]. Les spécificités des tâches de conception sont les suivantes :

- Les problèmes sont larges et complexes ; les variables et leurs interrelations sont trop nombreuses pour pouvoir être scindées en sous-systèmes indépendants. Une conséquence de cette complexité est que la résolution de ces problèmes requiert des compétences multiples.
- Un grand nombre de degrés de liberté existe dans l'état initial du problème (les problèmes sont « mal définis »).
- Les solutions ne sont pas uniques et correctes, mais variées, acceptables et plus ou moins satisfaisantes.
- Le problème ne préexiste pas à la solution : l'un et l'autre sont construits simultanément.
- Il n'existe pas un seul chemin prédéterminé vers la solution ; l'organisation de l'activité est « opportuniste ».
- L'élaboration d'une solution se base non seulement sur des connaissances génériques, mais également sur des connaissances particulières, liées à des problèmes spécifiques.

La conception est souvent une situation collective et multi-métiers. D'un point de vue socio-organisationnel, la conception est en ce sens une affaire de communication et d'intégration des différentes spécialité¹ : la difficulté d'appréhender un artefact complexe sous toutes ses facettes et sous toutes les relations entre ses facettes en est la raison principale^[Mid96].

Les recherches menées dans ce projet relèvent de l'Ergonomie Cognitive et de la Psychologie Cognitive. L'Ergonomie a la préoccupation essentielle de construire et d'appliquer des connaissances susceptibles d'améliorer l'efficacité et l'intérêt du travail, en l'occurrence du travail cognitif, par opposition à des aspects plus physiologiques, qui sont, bien entendu, également importants. Dans la tradition de l'Ergonomie des systèmes personnes-machines, l'Ergonomie Cognitive^[GH91] se concentre plus particulièrement sur les interactions entre l'humain et son environnement de travail cognitif (ceci incluant les collègues, les dispositifs techniques, les espaces de travail, etc.). La Psychologie Cognitive est un appui majeur de l'Ergonomie Cognitive² tant au niveau théorique qu'au niveau méthodologique.

¹Dans un sens large, les acteurs de la conception sont les métiers traditionnellement identifiés comme relevant de la conception e.g., les ingénieurs du bureau d'étude, mais aussi d'autres acteurs comme, par exemple, les métiers de la production et de la maintenance et les utilisateurs finaux.

²Plus généralement, l'Ergonomie Cognitive et la Psychologie Cognitive s'inscrivent dans le vaste champ, en plein expansion, des Sciences de la Cognition et bénéficient des interactions entre les disciplines de ce champ disciplinaire : en particulier l'Informatique, notamment l'Intelligence Artificielle, l'Automatique, la Psycholinguistique et la Linguistique.

-
- [FBB⁺90] P. FALZON, A. BISSERET, N. BONNARDEL, F. DARSEZ, F. DÉTIENNE, W. VISSER, « Les activités de conception : l'approche de l'ergonomie cognitive », *in: Actes du Colloque Recherches sur le Design. Incitations, implications, interactions*, Compiègne, France, 17-19 octobre 1990.
- [GP92] V. GOEL, P. PIROLI, « The structure of design problem spaces », *Cognitive Science*, 1992, p. 395-429.
- [NS72] A. NEWELL, H. SIMON, *Human problem solving*, Englewood Cliffs, N.J. : Prentice-Hall, 1972.
- [Mid96] C. MIDLER, « Modèles gestionnaires et régulations économiques de la conception », *in: Coopération et conception*, G. de Terssac et E. Friedberg (éditeurs), Octarès, 1996, p. 63-85.
- [GH91] T. GREEN, J.-M. HOC, « What is Cognitive Ergonomics ? », *Le Travail Humain*, 1991, p. 291-304.

Notre approche théorique se situe dans le cadre de la cognition située, distribuée, et développementale : l'humain agit et apprend en interaction avec d'autres agents (humains ou non), dans des activités finalisées, en contexte.

D'un point de vue méthodologique, on procède de deux manières complémentaires :

- Par des observations sur le terrain : les données, recueillies dans des situations de travail, sont : des dialogues, des productions écrites, des dessins, des informations recueillies par l'opérateur, etc. On procède également à des entretiens *a posteriori* sur la base des données d'observation et l'on utilise diverses techniques d'élicitation des connaissances [2].
- Par des expérimentations dans des situations « écologiques » : on cherche à construire des situations expérimentales proches des situations de travail : les participants sont des professionnels, les tâches sont réalistes et conservent un certain nombre de contraintes de la situation-cible, les professionnels disposent d'outils et d'environnements habituels.

4 Domaines d'applications

Mots clés : mécanique et aéronautique, génie logiciel, systèmes embarqués, multimédia, ingénierie, santé, agriculture.

Notre objectif est la définition d'outils d'aide à la conception, ceci quelle que soit la nature des objets à concevoir : objets techniques (artefacts, procédures), connaissances (formalisées), documents textuels-images. Les outils d'aide à la conception peuvent également être de deux natures :

- nature technologique : e.g., bases de connaissances, bases de données, outils CFAO, collecticiels, systèmes argumentatifs, environnements de programmation ;
- nature méthodologique et organisationnelle : e.g., méthodologies de conception (analyse fonctionnelle, ingénierie concourante, conception participative), méthodes d'évaluation de documents multimédia, méthodologies de réunion de conception (e.g., méthodologie d'inspection de logiciel), méthodes de programmation informatique (e.g., conception orientée-objet), guide d'écriture de documents multimédia.

En effet, même si, dans le cadre d'Eiffel, les solutions technologiques revêtent un intérêt particulier, les outils pertinents peuvent ne pas être purement technologiques mais socio-techniques. En tout état de cause, les solutions technologiques doivent s'accompagner de dispositifs de formation, de transformations organisationnelles et de méthodes, qui garantissent leur acceptation, usage et efficacité.

Les domaines d'application de nos recherches sont variables et conjoncturels. Ils couvrent actuellement les domaines suivants : ingénierie, génie logiciel, aéronautique, automobile (systèmes embarqués), multimédia, agriculture, médecine (santé). Au-delà des spécificités de chacun de ces champs, ce qui nous intéresse est de dégager des invariants cognitifs permettant de caractériser les raisonnements individuels et collectifs de conception.

5 Résultats nouveaux

Une réflexion transversale aux trois axes a été menée sur les perspectives de recherche en psychologie cognitive ergonomique relatives à la compréhension et à la modélisation des activités cognitives des concepteurs [10, 29, 32, 51] et sur les limitations inhérentes aux méthodes prescriptives de conception, eu égard aux activités cognitives effectives des concepteurs. Ces limitations tiennent en particulier à l'incapacité actuelle des méthodes et des outils à assister les phases amont de la conception. Par ailleurs, on rappelle comment les évolutions socio-techniques des métiers de la conception entraînent de nouveaux besoins d'assistance, notamment d'assistance à la coopération entre concepteurs, mais aussi d'assistance à la conservation de la logique de conception. De plus, dans une perspective de conception de systèmes à base de connaissances pour assister la conception individuelle et collective, des préconisations ergonomiques ont été développées [30].

5.1 Conception collective

Résumé : *Nous nous intéressons aux processus coopératifs dans diverses situations de conception collective qui relèvent pour la plupart de situations de co-conception. Certaines de ces situations relèvent de méthodologies de conception : les méthodes d'inspection, l'ingénierie concourante, la conception participative. Les processus étudiés concernent : l'effet du rôle des participants dans des réunions d'inspection, la confrontation et l'intégration des points de vue, la représentation des situations d'usage par les concepteurs, les activités de co-conception dans la situation de conseil et la reconnaissance d'intention. D'un point de vue méthodologique, nous nous intéressons aux méthodologies d'analyse de la conception collective.*

5.1.1 Méthodologie d'analyse des dialogues de conception

Participants : Françoise Darses, Françoise Détienne, Pierre Falzon, Willemien Visser.

De nombreuses activités professionnelles, comme la conception de produits, sont exécutées par des personnes travaillant ensemble par l'intermédiaire d'interactions verbales. Or il existe peu de méthodes d'analyse des dialogues dans des situations de travail collectif. Sur la base des études que nous avons conduites depuis une dizaine d'années sur des situations de conception collective, nous élaborons actuellement une méthode d'analyse et de modélisation nommée COMET [16, 44] qui permet de distinguer un niveau fonctionnel et un niveau argumentatif. Le niveau fonctionnel examine la conception collective du point des actions (par ex., élaboration, évaluation, synchronisation) et des objets (spécifications, critères d'évaluation, solutions) mis en œuvre dans ces réunions. Le niveau argumentatif fait apparaître des rôles argumentatifs et des séquences correspondant à des processus coopératifs. La robustesse de COMET a été éprouvée dans plusieurs contextes différents ^[Reu00,Cah01], [39]. Ce travail méthodologique

[Reu00] F. REUZEAU, *Assister l'évaluation participative des systèmes complexes : rôle des savoirs et savoir-faire des utilisateurs dans la conception d'un poste de pilotage d'avions*, Thèse de doctorat, spécialité ergonomie, CNAM, Paris, 2000.

[Cah01] B. CAHOUR, « Décalages socio-cognitifs en réunions de conception industrielle (Socio-cognitive gaps

s'inscrit dans des préoccupations très actuelles concernant l'analyse cognitive de la tâche (Cognitive Task Analysis), comme en témoignent les nombreux symposia internationaux et de récentes publications ^[Hol00,SC00] [15]. Ce travail continue en collaboration avec des chercheurs en sciences du langage dans le cadre du projet MOSAIC.

5.1.2 Rôle des participants dans des réunions d'inspection

Participantes : Françoise Détienne, Willemien Visser.

Dans le cadre de nos travaux de modélisation des activités collectives de conception, nous avons étudié les activités collectives mises en œuvre dans l'évaluation de logiciels. Cette recherche a été menée en collaboration avec l'École Polytechnique de Montréal. Nous avons utilisé la méthode COMET pour l'analyse de réunions d'inspection de logiciel (des TRM, Technical Review Meetings). Cette analyse a permis d'analyser l'effet du rôle des participants (dans le projet, dans la réunion, et relativement à la tâche) sur leur mode de participation dans les réunions [19]. Nous avons notamment montré un effet de ces rôles sur le type de critères, forme ou contenu, utilisés dans l'évaluation. Basées sur ces résultats, des évolutions de la méthode d'inspection ont été proposées.

5.1.3 Confrontation des savoirs et intégration des points de vue

La confrontation des savoirs et l'intégration des points de vue est au cœur des mécanismes coopératifs mis en œuvre dans la co-conception. Une question de recherche est de caractériser les points de vue des différents acteurs de la conception collective (des concepteurs proprement dits, et des métiers de la fabrication et maintenance et plus généralement des utilisateurs) et les modes coopératifs qui permettent d'intégrer ces différents points de vue. Une première étude sur cette question a permis de dégager des principes théoriques et méthodologiques (CRITERIA) pour l'assistance à l'intégration des points de vue [17, 18].

En effet, les nouvelles rationalisations de la conception renforcent considérablement les liens de coopération entre des acteurs porteurs de connaissances, de logiques d'actions et de techniques hétérogènes. Non seulement contraints d'assurer une bonne coordination du travail, ceux-ci sont maintenant tenus de coopérer, par exemple dans des « équipes intégrées », pour co-concevoir le produit. Dans ces conditions, la dynamique d'intégration des points de vue des co-concepteurs devient un problème crucial du processus de conception. En outre, l'introduction de nouveaux partenaires, jusque là tenus à l'écart de la conception, complique d'autant la coopération. Ceux-ci sont en particulier les opérateurs de fabrication qui sont destinataires et utilisateurs des dispositifs conçus par le bureau des méthodes de leur entreprise.

Ce thème est actuellement traité au travers de deux recherches menées au sein d'équipes intégrées ayant des profils socio-organisationnels distincts. La première recherche porte sur

in design meetings », in : *Proceedings of the 10th Workshop of Le Travail Humain*, Paris, France, 27-28 juin 2001.

[Hol00] E. HOLLNAGEL, *Cognitive Ergonomics : Lessons from the Past, Directions for the Future, Symposium of the XIVth IEA 2000 Congress*, July, 29-August 4th, San Diego, CA, USA, 2000.

[SC00] J. SCHRAAGEN, V. CHIPMAN, S.F. AND SHALIN (éditeurs), *Cognitive task analysis*, Mahwah, NJ : Erlbaum, 2000.

un bureau d'études organisé en ingénierie concourante ; la problématique de l'intégration des points de vue est motivée par une nécessaire amélioration de la convergence pluri-métiers dans la conception de produits. La seconde étude porte sur un bureau des méthodes, dont les objectifs de re-conception d'outillages pour la production obligent à associer les opérateurs de fabrication au processus de conception. Ici, l'intégration des points de vue a été - en tout cas dans la première phase de l'étude - restreinte au point de vue des opérateurs, dans une visée de conception participative.

Intégration des points de vue en ingénierie concourante

Participantes : Françoise Détienne, Géraldine Martin.

Aujourd'hui, dans les entreprises, la conception est souvent le travail d'équipes multi-métiers, multi-localisées ayant, suivant le moment, un même but (co-conception) ou des buts différents (conception distribuée). Ce travail de recherche a été réalisé dans le cadre de la mise en place du processus d'ingénierie concourante dans une industrie aéronautique, EADS. Deux mécanismes clés ont été étudiés : (i) la coordination en conception distribuée dans une étude préliminaire et (ii) la confrontation et l'intégration des points de vue en co-conception.

Lors des phases de co-conception, les métiers évaluent des solutions en mettant en œuvre des modes évaluatifs simples et combinés, qui sont utilisés selon un ordre précis, quels que soient les métiers présents à la réunion. Lors de ces évaluations, les concepteurs argumentent en utilisant des contraintes qui peuvent être combinées et pondérées. Les différentes combinaisons des contraintes caractérisent des points de vue particuliers. Trois types de points de vue ont été mis en évidence : point de vue partagé, point de vue spécifique et point de vue intégré [38]. Nous avons également montré d'une part, l'existence d'une dynamique de confrontation et d'intégration des points de vue, et d'autre part, l'existence de mécanismes d'intégration des points de vue et les limites de ces mécanismes [38, 39]. Ce travail a donné lieu à une thèse [12].

Intégration des points de vue en conception participative

Participants : Françoise Darses, Daniel Mathot.

Dans le cadre du projet INTEGRE 2, nous avons étudié comment se réalise l'intégration des points de vue des acteurs du processus de conception. Le contexte industriel, mis à disposition par notre partenaire MVC-MATRA-AUTOMOBILE, est la conception d'un outil de production (une centrale de découpe de matériau composite). La première partie de l'étude a porté sur la prise en compte des points de vue des opérateurs de fabrication dans des actions de conception participative. Nous avons étudié la représentation que les concepteurs se font de l'usage du futur dispositif. L'analyse a montré que les concepteurs se représentent volontiers les opérateurs comme des sous-systèmes du système technique, mais qu'ils simulent rarement (mentalement) l'exécution des fonctions qui leur sont dévolues. Nous avons préconisé d'infléchir la méthodologie d'analyse fonctionnelle suivie par la prise en compte de scénarios centrés sur l'usage plutôt que sur le fonctionnement des dispositifs. Ces résultats ont été articulés avec ceux issus de deux autres disciplines (psychologie linguistique du travail et génie mécanique) qui participent au projet INTEGRE 2, dans l'objectif de proposer un cadre global pour

formuler les principes à instaurer dans des actions de conception participative [28, 43].

Le travail en cours adopte une perspective plus fondamentale. Il porte sur l'analyse et la modélisation des dimensions cognitives sous-tendant l'intégration des points de vue en conception collective. On cherche à modéliser les mécanismes argumentatifs par lesquels les différents acteurs de la conception convergent progressivement vers une solution commune [31]. Les résultats contribuent à spécifier l'architecture des systèmes d'aide à l'argumentation développée par ailleurs^[LZ00,fma00].

5.1.4 Représentation des situations d'usage

La prise en compte des situations d'usage est fondamentale pour assurer la future utilité d'objets de conception. Cette question est abordée à travers deux études portant sur la conception d'outils cognitifs et la conception de situations de travail.

Représentation des situations d'usage en conception d'outils cognitifs

Participante : Marianne Cerf.

Tout outil, qu'il soit ou non cognitif, incorpore dans sa structure, son fonctionnement, des usages et des conditions d'usage. Néanmoins, il est rare que les concepteurs réalisent un travail explicite pour connaître les usages et les situations dans lesquelles seront mobilisés les outils qu'ils proposent. De même, ils négligent souvent la diversité de situations matérielles, organisationnelles et la diversité d'intentions des décideurs.

Les recherches-interventions menées au sein de structures de R&D dans le secteur agricole CETIOM (structure interprofessionnelle oeuvrant dans le secteur des oléagineux), ALTERNATECH (structure régionale oeuvrant par projet dans le champ des biotechnologies et des sciences du vivant) visent à définir des méthodologies de conception permettant d'inscrire, dans le cours du processus de conception, des phases d'échange sur les situations d'usage futures et d'intégrer, dans l'évaluation des outils, la variabilité des situations d'usage.

Les premiers résultats acquis avec le CETIOM montrent qu'un travail, avec les concepteurs, sur les catachrèses instrumentales (utilisations détournées) observées sur des outils cognitifs aux caractéristiques fonctionnelles et structurelles proches de ceux en cours d'élaboration, permet une évolution des représentations des concepteurs sur les situations d'usage, ouvre l'espace des solutions envisagées et remet en cause les modes d'évaluation des outils [27]. Avec ALTERNATECH, le travail est en cours et repose sur l'hypothèse que la dimension inter-organisationnelle du projet implique de concevoir des scénarios d'usage qui soient susceptibles d'être mis en débat, non seulement au sein du collectif qui a la maîtrise d'œuvre, mais aussi de celui qui assure la maîtrise d'ouvrage et au sein d'un collectif d'utilisateurs. Sont analysés la façon d'élaborer ces scénarios et leur mise en débat au sein des différents collectifs.

[LZ00] M. LEWKOWICZ, M. ZACKLAD, « Une approche de la capitalisation des connaissances : l'analyse des processus de prise de décision collective », in : *Ingénierie des connaissances. Évolutions récentes et nouveaux défis*, G. K. . D. B. J. Charlet, M. Zacklad (éditeur), Eyrolles, 2000.

[fma00] *Workshop on Argumentation. COOP 2000, Fourth International Conference on the Design of cooperative Systems*, Sophia-Antipolis, Sophia-Antipolis : INRIA, 23-25 mai 2000.

Gestion de l'incertitude en conception de situations de travail

Participante : Catherine Sauvagnac.

L'incertitude dans la conception de locaux de travail pose des problèmes particuliers quand il s'agit de bâtiments hospitaliers. Il s'agit alors de gérer l'incertitude dans la conception de futures situations de travail, en prenant en compte l'usage futur dès le début du projet. Les projets architecturaux en milieu hospitalier combinent l'incertitude et la complexité, dans un cadre réglementaire très strict. La conduite de tels projets, pour le gestionnaire comme pour l'ergonome, suppose à la fois de réduire l'incertitude et de prévoir de futures situations adaptables [25]. Dans ce contexte, la pratique ergonomique contribue à la réduction de l'incertitude en participant à l'expression des besoins des utilisateurs et en modélisant l'activité ; ceci permet de déterminer les invariants de l'activité. Le gestionnaire peut réduire l'incertitude en identifiant les invariants des locaux et en effectuant une veille sur la technologie et l'évolution des pratiques.

5.1.5 Environnement coopératif pour l'innovation technologique en ingénierie automobile

Participants : Françoise Darses, Thierry Février-Quesada.

La thèse de Thierry Février-Quesada s'inscrit dans le cadre du projet RNTL MAGIE (Management intelligent de l'information de veille, de recherche et de l'innovation) qui a démarré au 1er septembre 2001 et qui vise à développer un système d'aide à l'innovation technologique destinée à être utilisée par les acteurs de l'innovation en conception automobile (ingénieurs de recherche et développement, marketing, prospective, etc.). Ce système doit permettre, via un portail informatique, l'accès et l'interrogation personnalisée d'un entrepôt de données multi-média, ainsi que l'élaboration collective de scénarios d'innovation. La recherche de thèse que nous avons engagée a pour but de spécifier les activités coopératives qui rassembleront les utilisateurs lors de l'utilisation de ce système. Notre contribution ne visera donc pas à formuler des recommandations sur la « surface » de l'interface (lisibilité des informations, icônes, clarté des menus, etc.), mais à spécifier les fonctionnalités intrinsèques du produit, afin que celui-ci soit approprié aux besoins coopératifs des équipes d'utilisateurs. Le travail en cours est centré sur la tâche d'analyse des besoins et servira d'input pour nos partenaires informaticiens.

5.1.6 La reconnaissance d'intention dans les activités collectives

Participants : Christophe Mundutéguy, Françoise Darses.

La reconnaissance d'intention est un processus psychologique fondamental dans les activités collectives. On ne parle pas ici des intentions explicites dont les acteurs d'une situation collective peuvent débattre, mais des intentions implicites, manifestées indirectement par le comportement ou transmises via la dimension pragmatique du langage. La construction des référentiels opératifs communs, au cœur de l'activité collective, est étroitement dépendante du processus de reconnaissance d'intention. Cette thématique, transversale aux activités collectives, est traitée ici dans un cadre qui relève du contrôle de processus.

Le travail de thèse de Christophe Mundutéguy, mené en collaboration avec l'INRETS, s'est inscrit dans cette problématique générale. La conduite automobile a jusqu'alors été surtout envisagée comme une activité individuelle, nécessitant principalement des capacités de vigilance et de navigation. Or l'interaction entre les conducteurs est un élément central de la conduite : l'analyse du contexte, l'interprétation des intentions des autres conducteurs et l'émergence de comportements coopératifs déterminent la performance et la sécurité. Ce sont ces dimensions qui étaient au centre de ce travail de doctorat [13].

Les principaux résultats portent sur les processus de reconnaissance d'intention [41], dans différents environnements routiers (différentes formes d'infrastructure, différents niveaux de trafic, niveaux de stabilité). Ces résultats renvoient aux travaux relatifs au concept de « situation awareness » (ou conscience de la situation), actuellement utilisé en aéronautique pour rendre compte de la capacité des pilotes à maintenir un niveau d'interprétation du contexte adéquat aux exigences de la tâche.

5.1.7 Le conseil comme activité de co-conception

Participants : Marianne Cerf, Claire Compagnon, Pierre Falzon.

La situation de conseil peut être vue comme une situation de co-conception où participent un conseiller et un opérateur. Le mode d'intervention du conseiller et de conduite des interactions avec les opérateurs a été peu étudié et formalisé et son étude est nécessaire pour préciser des méthodologies de conduite de tels projets de conception. Le travail mené actuellement sur la co-conception, par un conseiller agricole et un agriculteur, d'un projet de développement d'une exploitation agricole, y contribue .

Une première étape de la recherche a permis de caractériser les fonctions qu'assure la communication entre un conseiller et un agriculteur : résolution de problème coopérative, gestion de la relation à long terme, prescription. L'observation des interactions entre des conseillers et des agriculteurs a néanmoins montré un manque de compétence des conseillers dans la réalisation de cette nouvelle activité et nous a conduit à élaborer un cadre de formalisation d'une méthode de conduite des interactions de conseil^[CMM00]. Une troisième étape est en cours qui vise à élaborer une méthode d'analyse des interactions faisant ressortir les moments de négociation où se nouent des apprentissages [23] en particulier autour de la posture du conseiller, de l'horizon temporel et du champ d'action qu'il prend en compte, du mode de résolution de problèmes qu'il privilégie. Une expérimentation est en cours, simulant des réunions de co-conception.

5.2 Gestion des connaissances et capitalisation des savoirs de conception

Résumé : *La conception d'un système est une tâche généralement longue à l'issue de laquelle la solution s'avère rarement inédite. Elle implique autant la construction que la réutilisation de connaissances (épisodiques versus génériques, sur le produit versus sur le processus, particulières à un métier ou multi-métiers) déjà construites*

[CMM00] M. CERF, F. MAXIME, P. MAYEN, « Analyser les apprentissages croisés lors d'une relation de conseil en agriculture : aspects méthodologiques », in : *Fourth Conference of the European Farming Systems Association*, Volos, Grèce, 3-7avril 2000.

dans les domaines considérés. Nos thèmes de recherche actuels concernent les processus socio-cognitifs dans la réutilisation, l'extraction et la récupération de connaissances casuelles, la traçabilité en conception, la construction de connaissances au cours d'activités réflexives méta-fonctionnelles par des collectifs. Ces études se situent plus largement dans le contexte de recherche sur la mémoire d'entreprise.

5.2.1 Processus cognitifs et socio-cognitifs dans la réutilisation

Participants : Jean-Marie Burkhardt, Françoise Détienne.

La conception d'un artefact se base, non seulement sur l'évocation de connaissances génériques, mais aussi sur la récupération de représentations externes ou internes de solutions particulières développées pour des problèmes analogues : à ce titre elle implique la réutilisation de solutions déjà connues.

Les approches de la réutilisation en génie logiciel ont donné lieu à une revue de questions sous l'angle de l'ergonomie cognitive, dans le but de cerner les déterminants cognitifs de l'activité, les déterminants liés aux outils et à l'environnement au sens large [20]. Ce travail a permis de compléter un cadre théorique pour l'analyse des processus cognitifs mis en œuvre dans la réutilisation.

Parmi ces processus, ceux liés à la compréhension de programmes orientés-objet (OO) ont été formalisés à partir d'une extension de l'approche « modèles mentaux » de la compréhension de textes; ce modèle, validé empiriquement lors de nos travaux précédents, permet de rendre compte de la nature des représentations mentales construites et des stratégies de compréhension de concepteurs novices et experts. Des données recueillies sur la réutilisation effective de programmes OO sont en cours d'analyse; il s'agit notamment de données concernant les dimensions d'exploitation et de mise en correspondance entre solutions sources et cibles. L'objectif est de modéliser les stratégies de réutilisation en programmation OO (e.g. utilisation effective de l'héritage; copier-coller etc.) et d'en déduire des spécifications ergonomiques en vue d'enrichir les fonctionnalités des environnements de conception. Ce travail de recherche, entamé dans le cadre de la thèse de Jean-Marie Burkhardt, donne lieu à la poursuite d'une collaboration avec Susan Wiedenbeck (Drexel University). Cette recherche s'inscrit dans une approche générale d'intégration de l'ergonomie dans les projets de conception informatique.

En se situant de manière transversale par rapport à des domaines de conception (logiciel mais aussi aéronautique), nous avons élargi l'analyse des mécanismes de réutilisation selon une perspective socio-cognitive. Selon une approche purement cognitive de la conception, la réutilisation implique certains mécanismes cognitifs liés à l'activité de résolution de problème proprement dit (tels que ceux modélisés dans : [20]). Une approche plus socio-cognitive de la conception [34] rend compte de ces mécanismes mais également du fait que la réutilisation peut être liée à des mécanismes de coopération, notamment de coordination, et de confrontation et d'intégration de points de vue. Cette approche permet de cibler le type d'assistance adéquate pour différentes situations de réutilisation définies selon des dimensions socio-cognitives [33].

5.2.2 Extraction et récupération de connaissances casuelles

Participants : Patrick Bougé, Françoise Détienne.

L'objectif est de fournir des aides à la réutilisation de connaissances casuelles en conception : ces cas représentent des épisodes de conception spécifiques et contextualisés. Ces aides seront basées sur des recherches en ergonomie et psychologie cognitives et ceci dans le cadre d'une thèse CIFRE chez Dassault-Systèmes. Ce travail est mené au travers de collaborations régulières avec l'entreprise Dassault-Systèmes et deux équipes d'intelligence artificielle, Lisi-Lyon 2 et Exmo dans le cadre du projet ARCDECO [45].

L'objectif d'une première étude [26] était d'analyser comment des concepteurs novices et experts abordent un problème simple de conception mécanique à l'aide d'un système de CFAO tel que CATIA V5, et comment délimiter des épisodes de conception dans une phase d'extraction instrumentée. Nos résultats mettent en valeur des indices comportementaux susceptibles de délimiter des épisodes ainsi que l'effet de l'expertise des concepteurs sur la nature des épisodes de conception mis en œuvre, notamment en termes de niveau de granularité et de type de but poursuivi (but ou sous-but du problème de conception, ou but annexe de familiarisation avec l'environnement de conception).

La suite de notre travail porte sur les processus de récupération d'épisodes de conception. Parmi les processus fondamentaux mis en œuvre, plusieurs nous ont semblé particulièrement intéressants d'un point de vue théorique, et riches en perspectives applicatives : la récupération de concepts en mémoire amorcée par un contexte, le jugement de similarité et le jugement de complémentarité de paires de concepts dans un contexte donné. Pour présenter des éléments réutilisables, le système RàPC développé par nos partenaires dans le cadre du projet ARDECO nécessite de présenter des candidats pour la réutilisation selon certains critères. Ces critères sont naturellement dépendants de l'utilisateur qui décidera si oui ou non ce qui lui est proposé par le système est pertinent pour son activité de C.A.O. Pour pouvoir décider de la fonction qui permettra à la machine d'effectuer ces jugements, nous nous proposons d'étudier les règles qui régissent la récupération, puis le jugement de similarité ou de complémentarité chez l'être humain. Pour cela, nous avons mis au point une série d'expériences pour étudier l'effet du type de relation entre concepts (association, composition, fonctionnalité) sur la récupération. Cette série d'expériences est en cours de passation.

5.2.3 La traçabilité en conception

La traçabilité est un thème aujourd'hui central en conception et qui répond à de forts enjeux industriels. La traçabilité en conception touche à plusieurs champs connexes (capitalisation des savoirs, mémoire organisationnelle, reengineering, logique de conception). Quels que soient les champs abordés, la problématique de la traçabilité pose le problème du sens de l'information et de l'exploitation dynamique des traces pour l'activité en cours et future. Deux champs d'investigation sont aujourd'hui abordés dans l'équipe.

Traçabilité des décisions de conception

Participantes : Françoise Darses, Isabelle Marty.

La problématique de la traçabilité concerne non seulement la maîtrise d'œuvre, mais aussi la maîtrise d'ouvrage, considérée comme « le concepteur des décisions » qui sont ensuite archivées dans des comptes rendus de réunions, des rapports d'analyse, des offres, etc. La thèse CIFRE d'Isabelle Marty propose d'élargir et d'enrichir l'acceptation classique du terme « traçabilité », en prenant en compte la composante dynamique de la réutilisation de ces traces de l'activité. Le terrain d'étude est la SMAT, société responsable de la maîtrise d'ouvrage de l'extension du métro toulousain en particulier dans une démarche qualité. Le travail en cours vise à articuler le problème de la traçabilité des décisions à la traçabilité des exigences (contraintes) qui sont conséquentes aux décisions prises en amont [40]. L'étude empirique de la traçabilité en aval de la décision, c'est-à-dire du suivi des exigences, se fera sur la base de l'analyse des documents relatifs au programme, au travers desquels on peut suivre l'évolution de la satisfaction des contraintes.

Traçabilité des contraintes en conception architecturale

Participants : Kléber Pinto Silva, Françoise Darses.

Ce travail de DEA s'inscrit dans la problématique de la logique de conception (design rationnelle). On fait l'hypothèse que, lors d'une évaluation d'un projet de conception par un acteur extérieur au projet (client, confrère), la logique de conception du projet est essentiellement retracée à partir des contraintes qui ont été énoncées avant et pendant la conception. La perception et l'identification a posteriori de ces contraintes est donc cruciale dans le jugement qui va être porté sur le produit final. Pourtant, cette logique sera appréhendée différemment selon les compétences de l'évaluateur (architecte lui-même, maître d'ouvrage, partenaire technique, etc.) et selon son degré d'expertise (novice ou expérimenté). Cette étude expérimentale a pour objectif d'identifier les types de contraintes identifiés selon ces différents profils. Une première réflexion sur l'activité de conception en architecture et les outils d'assistance [50] a été menée.

5.2.4 Mémoire organisationnelle et activité réflexive

Participants : Pierre Falzon, Catherine Sauvagnac.

La mémoire organisationnelle ne peut pas être vue comme un patrimoine à gérer, mais comme un processus qu'il faut assister : c'est pourquoi examiner la question de la mémoire organisationnelle, c'est en fait examiner les processus par lesquels se fait l'apprentissage de l'organisation. On parle ici « d'apprentissage organisationnel » pour décrire les processus par lesquels la mémoire se construit et évolue. Une réflexion a été menée sur cette question [21, 42]. Pour la question de la constitution des savoirs dans les organisations, deux idées dominent : c'est l'action qui est l'occasion d'élaboration des connaissances, et la création de savoirs dans l'entreprise suppose la réalisation de conditions propices. On abandonne ainsi une vision mécaniste des savoirs pour les considérer comme vivants, l'attention se porte sur les mécanismes par lesquels les savoirs se construisent et s'échangent dans l'action. L'organisation est vue ici

comme le lieu d'interactions entre acteurs, et non pas seulement comme une structure destinée à accomplir des objectifs financiers ou fonctionnels.

5.3 Raisonnements individuels de conception

Résumé : *Les travaux rassemblés dans cette section portent sur les raisonnements individuels et processus cognitifs élémentaires mis en œuvre dans la conception. Il s'agit des raisonnements mis en œuvre dans la conception et description de plans, artefacts présentant une structure spatio-temporelle, dans la conception de textes et dans la conception de logiciels. Certains travaux visent directement à concevoir ou évaluer des systèmes d'assistance à la conception : assistance à la conception d'itinéraires, éditeurs de texte, environnements de programmation, dispositifs interactifs de réalité virtuelle mettant en œuvre des modes perceptifs haptiques et visuels.*

5.3.1 Planification et assistance aux déplacements

Depuis fin 1998, nos recherches sur la planification portent sur la conception d'itinéraires et se font dans une optique de conception de systèmes d'assistance au déplacement. Il s'agit premièrement de travaux dans le domaine de la conduite automobile, visant la spécification de systèmes embarqués d'aide à la navigation, qui sont menés en collaboration avec IMARA et le LIMSI (CNRS-Orsay), dans le cadre du projet PLANS. Cette année, nous avons également engagé des études sur la conception d'itinéraires multimodaux (c'est-à-dire, utilisant différentes modalités de transport).

Nos recherches sur cette thématique portent sur la modélisation cognitive de la conception de plans et la coopération entre utilisateur et système d'assistance. Pour cerner les conditions de coopération entre utilisateur et système d'assistance les mieux adaptées à l'utilisateur, nous conduisons des travaux au niveau fonctionnel –plus particulièrement sur les aspects langagiers de l'interaction– et au niveau de l'interface.

Modélisation cognitive de la conception d'itinéraires

Participants : Sébastien Chalmé, Willemien Visser.

Nous poursuivons des études sur les processus et représentations cognitifs mis en œuvre dans la conception d'itinéraires. Dans ce cadre, nous avons examiné comment, lors de la planification d'itinéraires urbains, les contraintes utilisées et les itinéraires conçus sont affectés par la durée disponible pour l'activité de planification et par la présence ou non de contraintes temporelles dans le problème posé.

Nous avons demandé à 28 personnes sans connaissances de la ville de St Quentin en Yvelines, de concevoir, sur une carte de la ville, un itinéraire pour réaliser un ensemble de tâches à différents endroits de la ville. L'activité de planification ne devait pas dépasser une durée fixée préalablement, courte ou longue, et des contraintes temporelles pesaient ou non sur certaines tâches à planifier. Nous avons analysé le caractère spatio-temporel des solutions (les itinéraires conçus) et les contraintes utilisées par les personnes lors de leur conception. Les résultats montrent que, en l'absence de tâches avec contraintes temporelles, les sujets basent leur

planification en priorité sur des contraintes spatiales (en optimisant la distance), mais que ces contraintes deviennent secondaires par rapport aux contraintes temporelles lors de la présence de tâches avec contraintes temporelles. Les résultats montrent également que, contrairement aux participants avec connaissances de St Quentin qui avaient participé à une expérience antérieure, les participants de la présente étude (sans connaissances de la ville) ont eu tendance à développer l'aspect temporel et l'aspect spatial de leur solution séparément, l'un après l'autre. Sur la base de ces résultats, nous avons formulé des recommandations pour la conception de systèmes d'aide à la planification d'itinéraires qui soient adaptés à des personnes ne connaissant pas l'environnement traversé par l'itinéraire.

Comparaison entre deux approches de la planification : analyse cognitive et optimisation évolutionnaire

Participants : Françoise Détienne, Willemien Visser, Pierre Wydoodt, Sébastien Chalmé.

Dans le cadre d'une collaboration avec le projet FRACTALES, une étude est en cours vise à comparer deux approches de la planification, une analyse cognitive –analysant les plans conçus et les activités mises en œuvre par des personnes dans leur conception de ces plans– et une analyse de la résolution automatique du même problème de planification au moyen d'algorithmes évolutionnaires.

L'analyse cognitive a été effectuée^[CVD00] dans le cadre de la thèse de Sébastien Chalmé (cf plus haut). Elle a consisté à examiner comment un problème de planification (planification d'itinéraires en voiture à travers une ville, St Quentin en Yvelines) a été résolu par deux types de personnes : des personnes ayant une connaissance a priori sur la ville que l'itinéraire traverse et des personnes n'en ayant pas. L'analyse cognitive a porté sur, d'une part, les itinéraires finaux auxquels les personnes aboutissent, et d'autre part, les stratégies de planification mises en œuvre. Les deux ne sont pas toujours « optimaux » : les itinéraires ne sont pas toujours les plus courts en distance parcourue ou en durée du parcours, et la planification passe souvent par différentes versions d'itinéraires qui sont, par ex., modifiées et/ou abandonnées, reprises ou non.

Dans le cadre d'un stage en cours, il s'agit de programmer un algorithme évolutionnaire à l'aide du langage de spécification EASEA de façon à résoudre automatiquement le problème de planification qui a fait l'objet de l'analyse cognitive. Il s'agira d'établir une comparaison entre la planification humaine et la planification automatique, en analysant les modes de résolution de problème et les solutions élaborées. On cherchera à distinguer, par la simulation informatique, la population de connaisseurs (de la ville) de celle de non-connaisseurs.

[CVD00] S. CHALMÉ, W. VISSER, M. DENIS, « Cognitive aspects of urban route planning », *in* : *ICTTP 2000 - International Conference on Traffic and Transport Psychology*, Bern, Suisse, 6-7septembre 2000.

Assistance à la planification d'itinéraires multimodaux

Participants : Emmanuel Dupl a, Willemien Visser.

Dans le cadre d'un stage de DEA d'Informatique, un travail de recherche et de développement a consisté à spécifier, concevoir et développer un site Web pour l'assistance à la conception d'itinéraires multimodaux (c'est-à-dire, utilisant différentes modalités de transport). Le prototype développé *e-ti* permet la planification d'itinéraires en sortie de l'INRIA Rocquencourt. La particularité du stage a consisté dans la combinaison d'études expérimentales en ergonomie cognitive et d'activités de conception et développement d'un site Web. La conception s'est faite en effet sur la base des spécifications formulées à partir de l'analyse des données recueillies dans les études ergonomiques.

Dans la principale étude, on a fait concevoir par un certain nombre de personnes des itinéraires en sortie de l'INRIA. Les personnes variaient sur deux dimensions : leurs connaissances sur les moyens de transport en sortie de l'INRIA et leurs compétences en conception d'itinéraire indépendamment du lieu géographique. Chaque personne utilisait consécutivement deux systèmes d'assistance différents, qui étaient simulés par l'expérimentateur. Le premier système se contentait de présenter l'information à la demande de la personne, sans fournir d'autre aide spécifique ; la conception était à la charge de la personne. Le second système concevait l'itinéraire sur la base de réponses données par la personne à un certain nombre de questions (concernant sa destination, ses heures de départ et/ou d'arrivée, les contraintes à prendre en compte –entre autres, coût, durée, nombre de correspondances, passage par des lieux touristiques et/ou des commerces). Les résultats montrent que la préférence d'un système par rapport à l'autre varie avec le degré de connaissance et de compétence du sujet : les personnes compétentes en conception d'itinéraire et celles qui possèdent des connaissances sur les moyens de transport en sortie de l'INRIA préfèrent le premier système, tandis que les personnes non compétentes en conception d'itinéraire et celles qui possèdent peu ou pas de connaissances sur les moyens de transport en sortie de l'INRIA préfèrent le second système.

Sur la base de ces résultats et d'autres analyses qualitatives des données recueillies dans les études, un site Web a été spécifié ayant deux modalités d'assistance à la conception d'itinéraires. Une modalit , de conception « manuelle », permet de visualiser les différents parcours possibles en sortie de l'INRIA avec leurs tronçons et d'obtenir pour chaque tronçon les informations pertinentes pour la conception d'un itinéraire le long de ce tronçon. L'autre modalit , de conception « automatique », demande à l'utilisateur sa destination et ses heures de départ et d'arrivée, et lui propose trois itinéraires possibles annotés d'informations concernant leur coût, durée, qualité et nombre de correspondances, heure d'arrivée et divers aspects pratiques (ponctualité, commerces sur le parcours, etc.) [46].

Description d'itinéraires

Participant : Willemien Visser.

Des descriptions d'itinéraires recueillies dans le cadre d'une étude de DEA^[Gra99] ont été

[Gra99] M. GRALL, « La planification d'itinéraires : aspects cognitifs de leur description », *Mémoire de recherche de d.e.a.*, INRIA, 1999.

analysées d'un point de vue psycholinguistique, dans l'objectif de contribuer à la spécification de systèmes d'aide à la navigation [35] notamment sur les aspects langagiers de l'interaction. L'analyse montre comment le modèle qu'une personne a de son interlocuteur oriente la description qu'elle lui donne d'un itinéraire à effectuer. Une description pour un interlocuteur ne connaissant pas l'environnement à traverser est plus détaillée que celle qui est destinée à un interlocuteur connaissant bien cet environnement. Elle est plutôt centrée sur les moyens pour atteindre les buts et sous-butts (destinations finales et lieux intermédiaires), par le biais d'instructions détaillées : elles présentent des repères spatiaux intermédiaires ou des directions à suivre, et fournissent des descriptions des repères. Les descriptions de repères fournissent le moyen de reconnaître les lieux intermédiaires ou la destination, quand on s'en approche. La description pour un connaisseur suppose qu'une simple présentation du but (destination finale décrite sous la forme de son nom ou de son adresse) permet à l'interlocuteur d'évoquer lui-même les moyens pour atteindre ce but : elles fournissent des consignes générales, peu développées. Ces différences sont interprétées en termes de besoins différenciés des interlocuteurs pour effectuer des procédures. Quelques pistes de recommandation pour des systèmes d'aide ont été esquissées.

5.3.2 Description d'objets dans la rédaction de documents techniques

Participants : E. Mounier, A. Bisseret.

Cette recherche a porté sur l'utilisation de la ponctuation par des rédacteurs de descriptions d'objets dans des textes techniques. L'étude repose sur le modèle qui résulte des travaux de Fayol et collaborateurs. Ces travaux ont montré que la force de séparation d'un signe de ponctuation est en forte corrélation avec le degré de liaison entre les états ou faits qui se succèdent dans le texte. Plus ceux-ci sont liés, plus faible sera la force de séparation du signe de ponctuation mis entre eux. Ces travaux ont testé cette hypothèse par calcul de cette corrélation et ceci, dans le cadre de tâches de rédaction rigoureusement contrôlées et contraintes. La présente étude teste cette hypothèse dans le cas d'une tâche de rédaction moins contrainte, mais en rapport direct avec l'activité professionnelle des adultes concernés et donc plus plausible pour eux. De plus, une démonstration plus forte est recherchée, au-delà de corrélations, par un relevé systématique des contre-exemples au modèle. Les résultats montrent une très grande validité du modèle. Or ce modèle est très simple. Trois applications pratiques sont suggérées : une utilisation méthodologique du modèle pour l'étude des représentations ; l'explication du modèle dans la formation des rédacteurs techniques ; l'introduction du modèle dans les systèmes de génération de textes par ordinateur [24].

5.3.3 Conception et compréhension de logiciels

Le coût humain est reconnu aujourd'hui comme le coût principal dans les projets de développement de logiciel. Assister le développement de logiciel présente donc un enjeu économique considérable. À cette fin des modèles et outils sont développés en Génie Logiciel. Or l'utilisation de ces outils est loin de ne pas poser problème. La démarche adoptée en Ergonomie Cognitive est à même d'améliorer la compatibilité entre les outils et leurs utilisateurs. À ce titre les recherches menées depuis des années dans le domaine de la Psychologie de la Pro-

grammation apportent des résultats sur l'activité cognitive des concepteurs qui sont précieux dans un objectif d'assistance à l'activité. Une monographie [11] présente une synthèse critique des recherches menées dans ce domaine, sur trois thèmes liés au développement de logiciel : la conception, la compréhension et la réutilisation de logiciel.

5.3.4 Spécification cognitive de dispositifs interactifs de réalité virtuelle

Participant : Jean-Marie Burkhardt.

La conception des environnements à base de technologies de réalité virtuelle donne lieu depuis 2000 à des collaborations avec l'avant projet I3D, le Laboratoire de Robotique de Paris, le CEA, l'équipe Réalité Virtuelle de l'École des Mines de Paris, la SNCF et EADS. L'ergonomie de l'existant a donné lieu à une première analyse [14]. Au niveau méthodologique, cette recherche concerne les caractéristiques de la cognition des utilisateurs à prendre en compte dans le cadre de la conception des dispositifs interactifs avec un environnement virtuel [37, 22]. En pratique, une méthodologie d'analyse a été appliquée à l'étude de l'effet conjoint des caractéristiques visuelles et haptiques de la raideur d'un ressort dans une tâche de discrimination. Les premiers résultats suggèrent un effet significatif et indépendant des deux modalités sur la tâche résultats [36]. D'autres analyses en cours concernent la mise en évidence de profils d'utilisateurs sensibles différemment à l'information haptique et visuelle. L'expérimentation d'autres dispositifs haptiques et visuels est également en cours de réalisation.

6 Contrats industriels (nationaux, européens et internationaux)

Convention CNAM-INRETS

Participants : F. Darses, C. Mundutéguy.

Le travail de thèse de Christophe Mundutéguy (octobre 97 - juillet 01) a porté sur la reconnaissance d'intention, processus psychologique fondamental dans les activités collectives. Elle s'est faite en relation étroite avec l'INRETS.

Convention Cifre INRIA-Dassault Systèmes

Participants : P. Bougé, F. Détienne.

Le travail de thèse de Patrick Bougé (Juillet 1999-Juillet 2002) concerne la représentation et la récupération des connaissances dans un contexte de conception.

Convention Cifre CNAM-SMAT

Participants : F. Darses, I. Marty.

Le travail de thèse d'Isabelle Marty concerne la traçabilité des décisions de conception, en mettant en valeur la composante dynamique de la réutilisation des traces de l'activité. Au terme de deux ans et demi d'une bourse Cifre (avril 99 - octobre 2001), Isabelle Marty a été recrutée chez SMAT.

Collaboration Aérospatiale Matra Airbus

Participants : F. Détienne, G. Martin.

Suite à la convention CIFRE INRIA-Rocquencourt-Aérospatiale Matra Airbus : le travail de thèse de Géraldine Martin (Août 1997-Août 2000) concerne l'étude des processus de coopération en ingénierie concourante et, notamment, la confrontation et l'intégration des points de vue. G. Martin a obtenu un poste à EADS-Cimpa (filiale de l'Aérospatiale Matra Airbus) à compter de Septembre 2000.

Convention Chambre d'Agriculture de l'Eure-INRA

Participants : M. Cerf, C. Compagnon.

Cette convention qui concerne le travail de thèse de Claire Compagnon et d'accompagnement stratégique réalisé par Marianne Cerf au sein de la Chambre d'Agriculture de l'Eure : l'étude porte sur l'analyse des compétences des conseillers agricoles pour la conception de projets dans les exploitations agricoles et l'appui à la transformation des compétences.

Contrat INRA-CETIOM

Participant : M. Cerf.

Cette convention de recherche concerne la participation de Marianne Cerf au travail de conception d'outils de lutte contre le sclerotinia sur colza.

Contrat INRA-Alternatech

Participant : M. Cerf.

Cette convention de recherche concerne la participation de Marianne Cerf au travail de conception d'outils de management de la qualité et de l'environnement dans les exploitations agricoles.

Stage MVC/Matra-Automobile

Participants : D. Mathot, F. Darses.

Le stage effectué par Daniel Mathot (Mai-Septembre 2001) s'inscrit dans le projet de recherche INTÈGRE 2. Il a pour objectif de fournir à l'entreprise des éléments de fiabilisation de la centrale de découpe semi-automatique que nous avons analysé. Le stage doit également fournir un feed-back sur l'intérêt d'une démarche de conception participative.

7 Actions régionales, nationales et internationales

7.1 Collaborations internationales

7.1.1 Collaborations franco-nord-américaines

Participants : J-M. Burkhardt, F. Détienne.

Dans le cadre du projet « Empirical Studies of the Object-Oriented Paradigm » une collaboration est en cours avec le professeur Susan Wiedenbeck du Département d'Informatique, University of Nebraska (depuis septembre 2000 à Drexel University, USA) : visite de Susan Wiedenbeck en tant que professeur invité (année sabbatique à l'INRIA en 1993-94, puis 1 mois chaque année depuis 1995, 1 semaine cette année).

Participant : F. Détienne, W. Visser.

Dans le cadre du projet « Modélisation et assistance des activités cognitives dans le développement de logiciel », une collaboration est en cours, depuis fin 1996, avec le professeur Pierre Robillard et Patrick d'Astous, du département de Génie Informatique, Ecole Polytechnique de Montréal (suite de l'entente CRIM-INRIA et Ecole Polytechnique : programme « Autoroutes de l'Information et Technologies Connexes », PV P9 No9).

7.2 Collaborations nationales

Projet PLANS, ACI Cognitive, thème « Cognition Spatiale », Ministère de la Recherche

Participants : S. Chalmé, E. Duplâa, W. Visser.

Dans le cadre du projet PLANS : « Etude de la planification de parcours en ville », coordonné par W. Visser, une collaboration est en cours avec IMARA (Rocquencourt) et le LIMSI-CNRS (fin 1999-fin 2001). On a développé un prototype de site Web, e-ti, permettant la planification d'itinéraires en sortie de l'INRIA Rocquencourt.

Projet ARDECO, Programme PROSPER, Systèmes de Production, CNRS

Participants : P. Bougé, F. Détienne.

Dans le cadre du projet ARDECO « Extraction, modélisation et gestion de connaissances réutilisables de conception », coordonné par F. Détienne, une collaboration est en cours avec l'action EXMO (INRIA-RA), Lisi-Lyon2, Dassault Systèmes (novembre 1998-octobre 2001).

Projet CASIMIR, Programme Travail-MENRT

Participants : P. Falzon, C. Sauvagnac.

Dans le cadre du projet CASIMIR « conception d'un système de savoir casuel » (octobre 1998-septembre 2002) dont P. Falzon est coordinateur, une collaboration régulière a lieu au

sein d'un groupe de travail pluridisciplinaire : cancérologues du CAV « Centre Alexis Vautrin », Nancy ; informaticiens du LORIA, projet ORPAILLEUR ; ergonomes de EIFFEL-CNAM. À partir de l'idée que l'utilisation de procédures adaptées à des cas particuliers peut être une source de connaissances, un système d'Intelligence Artificielle est en cours de conception : de l'organisation des adaptations pourront naître de nouvelles procédures.

Projet INTEGRE 2, Programme Travail-MENRT

Participants : F. Darses, D. Mathot.

Le projet INTEGRE 2, « Intégration des points de vue en conception », dont F. Darses est coordinatrice, associe EIFFEL-CNAM à deux autres équipes de recherche (laboratoire ARAMHIS-IRIT - linguistique du travail et laboratoire M3M de UTBM à Belfort - mécanique et socio-technique de la conception) pour étudier comment se réalise l'intégration des points de vue des multiples acteurs du processus de conception.

Projet MAGIE : Management intelligent de l'information de veille, de recherche et de l'innovation. Projet pré-compétitif RNTL

Participants : F. Darses, T. Février-Quesada.

Ce projet RNTL est dirigé par G. Ségarra, RENAULT (Direction Informatique) Les autres partenaires sont MATRADATAVISION, COGNITION, BULL, le LAMIH, l'ENIM et EIFFEL-CNAM (septembre 2001-août 2003). Le but est de collecter, élaborer et faire cohabiter des composants logiciels à partir desquels des utilisateurs pourront créer leur portail WEB, dans le but de faciliter la maîtrise de l'innovation technologique en permettant le partage de points de vue, le suivi des différentes étapes du processus d'innovation et la gestion des données multimédia associées

Projet MOSAIC : Méthodologie d'analyse pour la modélisation de situations coopératives en conception de produit. Programme Cognitique, Thème « Cognition, Interactions sociales, modélisation »

Participants : F. Darses, F. Détienne, P. Falzon, W. Visser.

Ce nouveau projet, dont F. Détienne est coordinatrice, démarre en Novembre 2001 pour une durée de deux ans. Il est mené en collaboration avec le GRIC-CNRS-Lyon2 (Groupe de recherches sur les interactions communicatives) et porte sur les méthodologies d'analyse des situations coopératives.

Projet MEDIAPRO : médiations et supports pour l'argumentation dans les situations de coopération en conception de produits. Programme interdisciplinaire « Société de l'information », CNRS

Participantes : F. Darses, F. Détienne.

Ce nouveau projet, co-coordonné par F. Darses) démarre en décembre 2001, pour une

durée d'un an (pré-projet) suivi d'une durée de trois ans. Il est mené en collaboration avec le laboratoire L3S (J-F Boujut qui est co-coordonateur) de l'INPG et le laboratoire Tech-CICO de l'Université Technologique de Troyes. Il porte sur la question des supports et de l'instrumentation des processus argumentatifs en conception collaborative de produits.

Action Spécifique « Conception participative, une méthode intégrative en conception de produits/services multimédias », Département STIC, CNRS

Participantes : F. Darses, F. Détienne.

Nous avons été invitée à participer à un groupe de réflexion visant à faire une synthèse et une prospective scientifiques des problèmes posés par la conception de systèmes interactifs dans une approche multidisciplinaire (sociologie, ergonomie, informatique). Cette action, coordonnée par J. Caelen (Clips-IMAG), démarre en décembre 2001 pour une durée d'un an.

Collaboration avec le projet Fractales

Participants : F. Détienne, W. Visser, P. Wydoodt.

Cette année, une collaboration a été établie avec le projet Fractales visant la comparaison entre deux approches de la planification, une analyse cognitive et une approche en termes d'algorithmes évolutionnaires. Cette collaboration s'articule autour d'un stage en co-direction pluridisciplinaire (F. Détienne, E. Lutton et W. Visser).

Collaboration avec le projet IMARA

Participants : J.M. Burkhardt, S. Chalmé, C. Guardiola, W. Visser.

Depuis fin 1998, nous collaborons avec IMARA (Informatique, Mathématiques et Automatique pour la Route Automatisée) dans une optique de spécification d'outils d'aide à la planification de déplacements. Cette année, nous sommes intervenus sur la conception d'une interface utilisateur-véhicule utilisant un dispositif de type écran tactile. Une synthèse des recommandations actuelles pour ce type de dispositif a été réalisée [48] et la spécification concrète des dialogues est en cours. En parallèle, une étude par questionnaire a permis de réaliser l'analyse des besoins propres au site d'expérimentation [47, 49].

Collaboration avec MultiCom

Participant : A. Bisseret.

MultiCom est un centre de services pour l'évaluation des systèmes interactifs personnes-machines, créé par Jean Caelen, dans le cadre du laboratoire Clips de Grenoble, dont il est directeur. André Bisseret poursuit une collaboration avec ce centre pour les aspects d'ergonomie des interfaces.

Collaboration avec Novadis

Participants : A. Bisseret, A. Pellegrin.

Novadis Services est une start-up de l'Inria, lancée en 1998 par deux anciens de la formation doctorale de sciences cognitives de l'Institut National Polytechnique de Grenoble (INPG). Novadis est un « bureau d'étude en ingénierie cognitive ». Suite à son post-doc industriel de l'Inria, au sein de Novadis, A. Pellegrin a été recrutée par cette société. Ce post-doc a permis, entre autres, de lancer une activité de « veille scientifique » : à partir d'une vingtaine de revues internationales, les résultats de recherche récents concernant la conception des documents multimédia sont recensés et donnent lieu à la rédaction de fiches de recommandations ergonomiques. Ce travail est réalisé en collaboration par M. Bétrancourt (Université de Genève), A. Bisseret (Inria) et A. Pellegrin (Novadis). Ces fiches sont publiées mensuellement sur le site internet de Novadis (<http://www.novadis-services.com/>; rubrique « NovaFiches »).

Projet COPEC, GdR « Coopération Homme-Machine pour l'assistance à la conduite automobile », CNRS-INRETS

Participant : C. Mundutéguy.

L'objectif général du projet COPEC (Contribution de la Psychologie et de l'Ergonomie Cognitives à la Coopération Homme-Machine dans les transports terrestres) est d'identifier les besoins en assistance des conducteurs d'automobile et sur cette base de contribuer à la conception et à l'évaluation de fonctions d'assistance susceptibles de répondre à ces besoins.

Collaboration avec l'avant-projet I3D, le Laboratoire de Robotique de Paris, le CEA, l'équipe Réalité Virtuelle de l'Ecole des Mines de Paris, la SNCF et EADS

Participant : J-M. Burkhardt.

La conception des environnements à base de technologies de réalité virtuelle donne lieu depuis 2000 à des collaborations. À l'INRIA, une collaboration est en cours avec A. Lecuyer et S. Coquillart dans le cadre de la conception des environnements à base de technologies de réalité virtuelle.

8 Diffusion de résultats

8.1 Animation de la communauté scientifique

8.1.1 Organisation de manifestations scientifiques

- Ecole-chercheur INRA « aide à la décision : comment articuler connaissances et action » 15-18 mai 2001 : M. Cerf co-organisatrice et animation d'une journée sur le thème « la participation des utilisateurs au processus de conception d'outils d'aide à la décision ».
- Workshop « User-Centred Design », dans le cadre de la Conférence Internationale en honneur à Herbert Simon, "The Sciences of Design - The Scientific Challenge for the 21st

Century", Lyon-France, INSA, 15-16 Mars 2002 : Comité d'organisation : F. Darses, F. Détienne, W. Visser

- 10ème Atelier du Travail Humain Modélisation des activités collectives de conception, 28 juin 2001, Paris : F. Darses est organisatrice scientifique Conférence EPIQUE 2001, Journées de recherche en Psychologie Ergonomique, Nantes, 29-30 octobre 2001. Comité d'organisation et comité scientifique : F. Darses et F. Détienne

8.1.2 Comité éditorial de journaux

- Le Travail Humain : A. Bisseret, F. Darses (membres du comité de rédaction) Revue Informations InCognito, revue trimestrielle en sciences cognitives de langue française : A. Bisseret (membre du comité de lecture).
- International Journal of Human Computer Studies (IJHCS) : J-M Burkhardt (expertise d'articles)
- Sciences et Techniques Educatives : J-M Burkhardt (expertise d'articles)
- Cognitive Science Quarterly : W. Visser (expertise d'articles)

8.1.3 Comité éditorial de conférences

- EIAO 2001 (Journées francophones Environnements Interactifs d'Apprentissage avec Ordinateur). Membre du comité de programme : J-M Burkhardt.
- VRIC 2001 (Virtual Reality International Conference), May 18-19, 2001. Membre du comité de programme : J-M Burkhardt.
- ECCE'11 (Tenth European Conference on Cognitive Ergonomics), Catania, Sicily, 8-11 September 2002. Membres du comité de programme : F. Darses, F. Détienne
- Conférence Internationale en honneur à Herbert Simon, « The Sciences of Design - The Scientific Challenge for the 21st Century », Lyon-France, INSA, 15-16 March 2002 : Membres du comité de programme : F. Darses, W. Visser
- IC 2001 (Ingénierie des Connaissances), Grenoble, 25-27 juin 2001. Membre du comité de programme : F. Darses
- ÉPIQUE 2001, Journées de recherche en Psychologie Ergonomique, Nantes, 29-30 oct. Membres du comité de programme : F. Darses, F. Détienne, P. Falzon.
- CITE 2001, Troyes, 29-30 Novembre. Membres du comité de programme : F. Darses, F. Détienne.
- CHI 2002, Mineapolis, USA, 20-25 April 2002. Membre du comité de programme : J-M. Burkhardt ; Regional liaison with France : F. Détienne. COOP 2002 (Conference on the Design of Cooperative Systems), Saint Raphaël, France, 4-7 June 2002. Membres du comité de programme : F. Darses, P. Falzon.
- HCI'2002, London, UK, 2-6 September 2002. Technical co-chair : F. Détienne.
- SELF 2002, Aix-en-Provence, 25-27 septembre 2002. Membre du comité de programme : F. Détienne.

8.1.4 Autres activités d'expertise

- Thèse de Lourdeaux, D. , Ecole des Mines de Paris) : Réalité Virtuelle et Formation : conception d'Environnements Virtuels Pédagogiques. Thèse de doctorat en Informatique temps réel, robotique et automatique : J.M. Burkhardt est membre du jury .
- Thèse de C. Mundutéguy (CNAM, Ergonomie) : Reconnaissance d'intention et prédiction d'action pour la gestion des interactions en environnement dynamique. F. Darses et P. Falzon ont participé au jury, respectivement en tant que tutrice de thèse et en tant que directeur de thèse.
- Thèse de O. Poveda (INPG, Grenoble, Génie Mécanique) : F. Darses est membre du jury, en tant qu'examinatrice.
- Thèse de G. Martin (CNAM) : Intégration et confrontation des points de vue dans le cadre de la conception en ingénierie concourante. F. Détienne est membre du Jury en tant que directrice de thèse, P. Falzon en tant que président.
- Thèse de J. Bussolon (Université de Nice Sophia-Antipolis) : Effets visuels des écrans : conséquence sur le contrôle saccadique. A. Bisseret était membre du jury en tant que rapporteur.
- J.M. Burkhardt est membre du groupe de réflexion « Nouvelles technologies et apprentissages » dans le cadre de l'Action Concertée Incitative Cognitive du MENRT.
- W. Visser est experte sur l'appel d'offre du MENRT, Action Concertée incitative «Ville».
- F. Darses est expert de la commission thématique « Interaction Homme-Machine » du RNRT.
- F. Darses est membre du réseau PRAMECO (Pratiques et Métiers de la Conception) organisé par l'Ecole Polytechnique (C. Midler) et l'Ecole des Mines, Paris (J.C. Sardas). Ce réseau national rassemble des chercheurs de plusieurs disciplines (gestion, ergonomie, sciences de l'ingénieur) autour des questions relatives à l'analyse des pratiques de la conception dans les organisations industrielles.
- F. Darses est membre du comité de pilotage du projet ALU (CNRS- PROSPER), des projets RNRT TELEVISION INTERACTIVE et PVE - Portail Vocal d'Entreprise.

8.1.5 Sociétés savantes

- ARCo (Association pour la Recherche Cognitive). Membres : F. Détienne, W. Visser
- EACE (European Association of Cognitive Ergonomics). Bureau exécutif : F. Détienne (responsable des affaires légales); Membres : J-M Burkhardt, F. Darses, W. Visser
- IEA (International Ergonomics Association). Secrétaire général : P. Falzon
- SELF (Société d'Ergonomie de Langue Française). Vice-présidents : P. Falzon; Membres : J-M. Burkhardt, F. Darses, P. Falzon.
- SFP (Société Française de Psychologie). Membre : A. Bisseret.
- InCognito (Association des jeunes chercheurs en Sciences Cognitive de Grenoble,). Membre : A. Pellegrin.

8.2 Enseignement universitaire

Les membres d'Eiffel interviennent principalement dans les formations suivantes :

- Au CNAM
 - Au titre de son poste de professeur au CNAM, P. Falzon dispense des cours d'Ergonomie. P. Falzon est responsable du seul DEA d'Ergonomie (CNAM Paris V-Paris VIII Université de Toulouse Le Mirail) existant en France.
 - Au titre de son poste de maître de conférence au CNAM, F. Darses enseigne le cours magistral intitulé « Introduction à l'ergonomie cognitive » .
 - F. Détient y est directrice de recherche habilitée.
 - Eiffel est laboratoire d'accueil.
 - À l'Université Paris V
 - Au titre de son poste de maître de conférence à l'Université Paris V, J-M Burkhardt a enseigné dans les DESS d'Ergonomie, DEUG- Licence-Maîtrise de Psychologie, DESS de Psychologie du Travail.
 - Encadrement d'un stage de DESS (Paris V) : F. Darses.
 - À l'Université Paris VIII
 - DEA « Psychologie des Processus Cognitifs », Ecole doctorale « Cognition, langage et interaction », Université Paris VIII-EPHE Université de Toulouse Le Mirail. Directrice de recherche habilitée : F. Détienne (4h), direction de plusieurs mini-mémoires
 - DESS d'Ergonomie, Université Paris VIII : J-M Burkhardt (6h)
 - Eiffel est laboratoire d'accueil.
 - ENSAM, Cours sur Conception de Produits Nouveaux : F. Darses (3h)
 - École des Mines de Nantes, 4ième année, options GSI-GL : J-M Burckhardt (12h), F. Détient (18h)
 - TESS Communication Homme-Machine, Université d'Avignon : J-M Burckhardt (12h)
 - Colet Nationale Supérieure des Télécommunications, ENST Paris, 4ième année module Mondes Virtuels : J-M Burckhardt (1h30)
 - Institut Supérieur des Techniques et de Management, ESSIEE, Marne la Vallée 4ième année option informatique : J-M Burckhardt (12h)
 - Réalisation d'un module d'enseignement de troisième cycle dans le cadre du DAA « AGER » de l'Institut National Agronomique sur décision et aide à la décision en agriculture : M. Cerf (18 h)
 - CNAM, Enseignements dirigés liés au cours d'Ergonomie cognitive B6 et B7 du CNAM : C.Mundutéguy
- Accueil d'un stagiaire, Guillaume Jégou, du DEA de Psychologie de la Cognition, Université de Poitiers (une semaine).

8.3 Conférences invitées

- Françoise Darses a été invitée à l'Ecole-chercheur INRA « Aide à la décision : comment articuler connaissances et action », 15 mai 2001. Sa conférence invitée s'intitule « Prendre des décisions : un processus d'argumentation ».
- Françoise Darses a participé à la table ronde de CITE 2001, Troyes, 29-30 novembre 2001.
- Pierre Falzon a participé à la table ronde organisée lors de la conférence EPIQUE.

8.4 Participation a des colloques, séminaires

- IEEE Virtual Reality Conference, Yokohama, Japan 13-17 march 2001. J.-M. Burkhardt (communication).
- VRIC 2001. Virtual Reality International Conference . Laval, 16-18 mai 2001. J.-M. Burkhardt (participation)
- Journées EPIQUE 2001, Journées d'étude en psychologie ergonomique, 29-30 octobre 2001, Nantes France. M. Cerf, F. Darses, F. Détienne, C. Mundutéguy, W. Visser (communication); P. Wydoodt (participation)
- Conférence SELF 2001, Montréal, Canada, 3-5 octobre 2001 : F. Darses, F. Détienne, C. Sauvagnac (communication).
- ICOM3, the Third International Conference on Memory, Valencia, Spain, July 6-20 2001 : F. Détienne, C. Sauvagnac (communication).
- INTERACT 2001, July 9-13, Tokyo (Japon) : F. Détienne, P. Falzon (communication).
- SELF 2001, 3-5 octobre 2001, Montréal, Canada : F. Darses, F. Détienne (communication).
- CITE 2001, Troyes, 29-30 Novembre : T. Février-Quesada, B. Hohmann (participation).
- IC 2001, Grenoble, 25-28 Juin 2001 : P. Bougé, F. Darses, F. Détienne (communication).
- Atelier du Travail Humain, « Modéliser les activités coopératives de conception ». F. Darses, F. Détienne (communication); E. Duplâa, W. Visser (participation).

Les membres du projet Eiffel ont participé à différents séminaires et journées d'étude :

- Séminaires ACI Cognitive « Sciences Cognitives et Technologies d'Apprentissage », Poitiers, 21 juin 2001 & 28 septembre 2001 & 7 décembre : J.-M. Burkhardt (participation et communication).
- Séminaire Réalité Virtuelle & Cognition, 24 septembre 2001, Paris ENST : J-M Burkhardt (Participation)
- Journée spécialisée INRETS « Ergonomie des Systèmes communicants dans les Véhicules : usage et sécurité » Lyon le 27 mars 2001 (C. Guardiola : participation)
- Séminaire EIFFEL-IMARA, « Planification de la conduite et assistance à la navigation », Mars 2001, Rocquencourt : « Planification d'itinéraires : stratégies et contraintes », S. Chalmé (communication), « Analyse ergonomique des systèmes d'aide à la navigation », S. Chalmé (communication), « Descriptions d'itinéraires : analyses psycholinguistique et ergonomique », W. Visser (communication).
- Journée « Intelligence Artificielle et Santé » : C. Sauvagnac (participation).
- Journées du CHM (Communication Homme Machine) du LIMSI « Stratégies cognitives suivies lors de la planification d'itinéraires urbains ». St Malo, France : S. Chalmé (participation).
- Journée spécialisée « Ergonomie des systèmes communicants dans le véhicule : usage et sécurité », INRETS Bron, 27 mars 2000 : S. Chalmé (communication)
- Séminaire Amoweba-Novadis : « L'ergonomie des documents électroniques », France-Télécom R&D, Zirst de Meylan, 11 octobre 2001 : A. Bisseret (communication).

Et ils ont tous activement participé au séminaire Eiffel qui a lieu tous les mois au CNAM.

9 Bibliographie

Ouvrages et articles de référence de l'équipe

- [1] M. BÉTRANCOURT, A. BISSERET, « Integrating textual and pictorial information via pop-up Windows : an experimental study », *Behavior and Information Technology* 17, 5, 1998, p. 263–273.
- [2] A. BISSERET, S. SEBILLOTTE, P. FALZON, *Techniques pratiques pour l'étude des activités expertes*, OCTARES-Éditions, 1999, 155 p.
- [3] F. DARSESES, *L'ingénierie concourante : Un modèle en meilleure adéquation avec les processus cognitifs en conception*, Ingénierie Concourante. De la technique au social. Paris : Economica, 1997.
- [4] F. DÉTIENNE, R. RIST, « Special issue on « Empirical Studies of Object-Oriented design and Reuse » », *Human-Computer Interaction Journal* 10, 2 et 3, 1995.
- [5] F. DÉTIENNE, *Génie Logiciel et Psychologie de la Programmation*, collection « cognition, communication, calcul », Editions Hermès, 1998, 184 p.
- [6] J.M. BURKHARDT, F. DÉTIENNE, S. WIEDENBECK, « Mental Representations constructed by experts and novices in object-oriented program comprehension », in : *INTERACT'97*, Sydney, Australia, July 14-18 1997.
- [7] P.N. ROBILLARD, P. D'ASTOUS, F. DÉTIENNE, W. VISSER, « Measuring cognitive activities in software engineering », in : *Proc. of ICSE98, 20th International Conference on Software Engineering*, p. 19–25, Kyoto (Japan), April 1998.
- [8] W. VISSER, « Use of episodic knowledge and information in design problem solving », *Design Studies* 16, 2, 1996, p. 171–187, also in : Cross, N., Christiaans, H., et Dorst, K. (Eds.) *Analysing design activity* (Ch. 13, pp. 271-289). Chichester : Wiley. (1996).
- [9] W. VISSER, « Etudes en ergonomie cognitive sur la réutilisation en conception : quelles leçons pour le raisonnement à partir de cas ? », *Revue d'Intelligence Artificielle no spécial « Raisonnement à partir de cas »*, 13, 1999, p. 129–154.

Livres et monographies

- [10] F. DARSESES (éditeur), *Modéliser les activités collectives de conception*, Actes du 10ème Atelier du Travail Humain, Paris, France, 27-28 juin 2001.
- [11] F. DÉTIENNE, *Software design - Cognitive aspects*, Springer-Verlag, Practitioner Series, London, 2002, à paraître.

Thèses et habilitations à diriger des recherches

- [12] G. MARTIN, *Intégration et confrontation des points de vue dans le cadre de la conception en ingénierie concourante*, Doctorat d'ergonomie, CNAM, Paris, 2001.
- [13] C. MUNDUTÉGUY, *Reconnaissance d'intention et prédiction d'action pour la gestion des interactions en environnement dynamique*, Doctorat d'ergonomie, CNAM, 2001.

Articles et chapitres de livre

- [14] J. BURKHARDT, « Réalité virtuelle et ergonomie », in : *Formalismes de modélisation pour l'ergonomie et l'analyse du travail*, PUF, Collection Le Travail Humain, Sperandio, J.-C. & Wolff M. (eds), à paraître.

- [15] F. DARSE, *Research Needs In Cognitive Ergonomics TIES, Spécial Issue Theoretical Issues in Ergonomics Science*, Hermès, ch. Providing ergonomists with techniques for cognitive work analysis, E. Hollnagel (ed), à paraître.
- [16] F. DARSE, F. DÉTIENNE, P. FALZON, W. VISSER, « Supporting collective design activities : a cognitive task analysis method », *ERCIM News*, 46, 2001.
- [17] F. DARSE, « A framework for continuous design of production systems and its application in collective redesign of production line equipment », *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing* 12, 1, 2002, p. 1–20, à paraître.
- [18] F. DARSE, « Trois conditions socio-techniques pour l'optimisation de la conception continue du système de production », *Revue Française de Gestion Industrielle* 1, 2002, à paraître.
- [19] P. D'ASTOUS, P. ROBILLARD, F. DÉTIENNE, W. VISSER, « Quantitative measurements of the influence of participant roles during peer review meetings », *Empirical Software Engineering*, 6, 2001, p. 143–159.
- [20] F. DÉTIENNE, J.M. BURKHARDT, « Des aspects d'ergonomie cognitive dans la réutilisation en génie logiciel », *Revue TSI*, 20-4, 2001, p. 461–487.
- [21] P. FALZON, C. SAUVAGNAC, « Mémoire organisationnelle : du recueil des savoirs à l'assistance à leur construction coopérative », in : *Traité IC2 : Systèmes d'information pour la gestion des connaissances dans les organisations : recherches en cours et approches industrielles*, Hermès, Collection Le Travail Humain, 2001.
- [22] D. LOURDEAUX, J.M. BURKHARDT, F. BERNARD, P. FUCHS, « Relevance of an intelligent tutorial agent for virtual reality training systems », *International Journal of Continuing Engineering Education and Life-long Learning*, à paraître.
- [23] F. MAXIME, M. CERF, « Apprendre avec l'autre : le cas de l'apprentissage d'une relation de conseil coopérative », *Education Permanente*, à paraître.
- [24] E. MOUNIER, A. BISSERET, « Usage de la ponctuation dans la description technique : marquer la partition de l'objet décrit », *Le Travail Humain*, 64, 2001, p. 363–390.

Communications à des congrès, colloques, etc.

- [25] G. BERNFELD, C. SAUVAGNAC, « Gestion de l'incertitude en conception de situations de travail : le cas particulier des projets hospitaliers », in : *Actes de la conférence SELF 2001*, Montréal, Canada, 3-5 octobre 2001.
- [26] P. BOUGÉ, F. DÉTIENNE, L. DI CESARE, « Episodes de conception : une étude ergonomique pour le recueil de "cas" », in : *Actes de la conférence IC 2001, Ingénierie des Connaissances*, Grenoble, France, June 25-28 2001.
- [27] M. CERF, « Transformer les représentations par les concepteurs des situations d'usage : une étape pour faciliter la participation des utilisateurs », in : *EPIQUE 2001, Journées d'étude en Psychologie ergonomique*, Nantes, France, 29-30 Octobre 2001.
- [28] F. DARSE, B. CAHOUR, O. POVEDA, F. ANDRÉ-THORIN, J.B. DELABIE, V. PECHEUX, « Quelles conditions pour la participation des opérateurs à la conception de leurs dispositifs de fabrication? », in : *Actes de la conférence SELF 2001*, Montréal, Canada, 3-5 octobre 2001.
- [29] F. DARSE, F. DÉTIENNE, W. VISSER, « Assister la conception : perspectives pour la psychologie cognitive ergonomique », in : *EPIQUE 2001, Journées d'étude en Psychologie ergonomique*, Nantes, France, 29-30 Octobre 2001.

- [30] F. DARSESE, « Concevoir des Systèmes à Base de Connaissances destinés aux tâches de conception : préconisations ergonomiques », *in : Actes de la conférence IC 2001, Ingénierie des Connaissances*, Grenoble, France, June 25-28 2001.
- [31] F. DARSESE, « Converger vers une solution en situation coopérative de conception : analyse cognitive du processus d'argumentation », *in : Modéliser les activités collectives de conception, Actes du 10ème Atelier du Travail Humain*, F. Darses (éditeur), Paris, France, 27-28 juin 2001.
- [32] F. DÉTIENNE, P. FALZON, « Cognition and Cooperation in Design : the Eiffel research Group », *in : M. Hirose (Ed) : Human-Computer Interaction*, INTERACT 2001, IOS Press, p. 879-880, Tokyo, Japon, July 9-13 2001.
- [33] F. DÉTIENNE, « La réutilisation de solutions particulières en conception », *in : Actes de la conférence SELF 2001*, Montréal, Canada, 3-5 octobre 2001.
- [34] F. DÉTIENNE, « Memory of past designs : distinctive roles in individual and collective design », *in : ICOM3, the Third International Conference on Memory*, Valencia, Spain, July 6-20 2001.
- [35] M. GRALL, W. VISSER, « Description d'itinéraires : effets du modèle de l'interlocuteur. Détailler les moyens ou se restreindre au but à atteindre », *in : EPIQUE 2001, Journées d'étude en Psychologie ergonomique*, Nantes, France, 29-30 Octobre 2001.
- [36] A. LECUYER, J.M. BURKHARDT, S. COQUILLART, P. COIFFET, « Boundary of Illusion : an Experiment of Sensory Integration with a Pseudo-Haptic System », In IEEE Virtual Reality Conference, IEEE press, p. 115-122, Yokohama, Japan, March 13-17 2001.
- [37] D. LOURDEAUX, P. FUCHS, J.M. BURKHARDT, « Intelligent Tutorial Agent for Training Virtual Environments », In 5th World Multi-Conference on Systemics, Cybernetics and Informatics SCI 2001, Orlando, US, July 22-25 2001.
- [38] G. MARTIN, E. F. DÉTIENNE, E. LAVIGNE, « Dynamics of viewpoints confrontation in design », *in : Modéliser les activités collectives de conception, Actes du 10ème Atelier du Travail Humain*, F. Darses (éditeur), Paris, France, 27-28 juin 2001.
- [39] G. MARTIN, F. DÉTIENNE, E. LAVIGNE, « Analysing viewpoint in design through the argumentation process », *in : M. Hirose (Ed) : Human-Computer Interaction*, INTERACT 2001, IOS Press, p. 521-529, Tokyo, Japon, July 9-13 2001.
- [40] I. MARTY, F. DARSESE, « Traçabilité des décisions et gestion des contraintes dans un grand projet urbain : position du problème et enjeux pour la maîtrise d'ouvrage ? », *in : Actes de la conférence SELF 2001*, Montréal, Canada, 3-5 octobre 2001.
- [41] C. MUNDUTÉGUY, « De la représentation singulière d'une situation d'interaction à la prédiction d'action convergente », *in : EPIQUE 2001, Journées d'étude en Psychologie ergonomique*, Nantes, France, 29-30 Octobre 2001.
- [42] C. SAUVAGNAC, P. FALZON, « Organizational memory : the product of reflexive activity », *in : ICOM3, the Third International Conference on Memory*, Valencia, Spain, July 6-20 2001.

Rapports de recherche et publications internes

- [43] F. DARSESE, B. CAHOUR, O. POVEDA, O. GARRO, DELABIE, J.B., V. PECHEUX, « Projet INTÈGRE 2 », *Rapport d'avancement t12*, CNAM, Paris, Juillet 2001.
- [44] F. DARSESE, F. DÉTIENNE, P. FALZON, W. VISSER, « COMET : A method for Analysing Collective Design Processes », *Rapport de Recherche n°4258*, Inria-Rocquencourt, Le Chesnay, France, Septembre 2001, <http://www.inria.fr/rrrt/rr-4258.html>.
- [45] F. DÉTIENNE, P. BOUGÉ, L. DI CESARE, P.A. CHAMPIN, J. EUZENAT, A. MILLE, « Projet ARDECO, Programme PROSPER-CNRS », *Rapport final*, 2001.

- [46] E. DUPLÁA, « Logiciel d'assistance à la planification d'itinéraires multimodaux en sortie de l'INRIA Rocquencourt », *Mémoire de DEA, communication homme-machine et ingénierie éducative*, Inria-Rocquencourt, 2001.
- [47] C. GUARDIOLA, « Analyse des besoins des utilisateurs et recommandations dans le cadre du projet VALSE », *Rapport interne*, Inria-Rocquencourt, 2001.
- [48] C. GUARDIOLA, « Guide de recommandations ergonomiques pour la conception d'interface avec écran tactile », *Rapport interne*, Inria-Rocquencourt, 2001.
- [49] C. GUARDIOLA, « Intervention ergonomique pour la conception d'interface dans le cadre de l'action VALSE », *Rapport interne*, Inria-Rocquencourt, 2001.
- [50] K. PINTO SILVA, « Projet Architectural, Systèmes d'Aide à la Conception : Interfaces, Fonctionnalités avec l'Utilisateur et d'Autres Questions », *Mini-mémoire, DEA psychologie des processus cognitifs*, Université Paris 8, 2001.
- [51] W. VISSER, « Conception individuelle et collective. Approche de l'ergonomie cognitive », *Rapport de recherche n° 4257*, Inria-Rocquencourt, 2001, <http://www.inria.fr/rrrt/rr-4257.html>.