

Projet EIFFEL

Cognition et coopération en conception

Rocquencourt

THÈME 3A



*R*apport
*A*ctivité

2000

Table des matières

1	Composition de l'équipe	3
2	Présentation et objectifs généraux	4
3	Fondements scientifiques	6
4	Domaines d'applications	8
5	Résultats nouveaux	8
5.1	Conception collective	8
5.1.1	Méthodologie d'analyse des dialogues de conception	9
5.1.2	La dynamique des réunions d'inspection	9
5.1.3	La reconnaissance d'intention dans les activités collectives	9
5.1.4	La simulation langagière dans l'analyse fonctionnelle	10
5.1.5	Confrontation des savoirs et intégration des points de vue	11
5.1.6	Le conseil comme activité de co-conception	14
5.2	Gestion des connaissances et capitalisation des savoirs de conception	14
5.2.1	Identification de connaissances casuelles	15
5.2.2	Processus cognitifs dans la réutilisation	15
5.2.3	Traçabilité des décisions de conception	16
5.2.4	Construction de connaissances au cours de la décision thérapeutique	17
5.3	Raisonnements individuels de conception	18
5.3.1	Conception de la structure temporelle de documents multimédia	18
5.3.2	Production et compréhension des présentations graphiques synoptiques	18
5.3.3	Stratégies de conception et de description de plans	19
5.3.4	Spécification cognitive de dispositifs interactifs de réalité virtuelle.	20
6	Contrats industriels (nationaux, européens et internationaux)	21
6.1	Convention EADS-Airbus SA	21
6.2	Convention Dassault Systèmes	21
6.3	Convention Smat	21
6.4	Contrat "La consigne" - Novadis	21
6.5	Convention Chambre d'Agriculture de l'Eure-INRA	22
6.6	Convention PSA-CNAM	22
6.7	Convention CNAM-INRETS	22
6.8	Stage de DEA, EADS-Airbus SA	22
7	Actions régionales, nationales et internationales	22
7.1	Collaborations internationales	22
7.1.1	Collaborations franco-nord-américaines	22
7.1.2	Collaborations européennes	23
7.2	Collaborations nationales	23

7.2.1	Projet ARDECO, Programme PROSPER, Systèmes de Production, CNRS	23
7.2.2	Projet PLANS, ACI Cognitive, thème "Cognition Spatiale", Ministère de la Recherche	23
7.2.3	Projet CASIMIR, Programme Travail-MENRT	24
7.2.4	Projet INTEGRE 2, Programme Travail-MENRT	24
7.2.5	Projet MAGIE, Programme RNTL	24
7.2.6	Collaboration avec le LARA	25
7.2.7	Collaboration avec le Clips-Imag	25
7.2.8	Collaboration avec le laboratoire Leibniz	25
7.2.9	Collaboration avec Novadis	26
7.2.10	Collaboration avec l'équipe Cristal du Gresec	26
7.2.11	Collaboration avec le laboratoire de Psychologie de l'Université de Nice	26
7.2.12	Collaboration avec le projet Xyleme	26
7.2.13	Collaboration avec l'avant-projet I3D	26
8	Diffusion de résultats	27
8.1	Animation de la communauté scientifique	27
8.1.1	Organisation de manifestations scientifiques	27
8.1.2	Comité éditorial de journaux	27
8.1.3	Comité éditorial de conférences	28
8.1.4	Autres activités d'expertise	28
8.1.5	Sociétés savantes	29
8.2	Enseignement universitaire	29
8.3	Conférences invitées	30
8.4	Participation à des colloques, séminaires, invitations	31
9	Bibliographie	32

1 Composition de l'équipe

Responsables scientifiques

Françoise Détienne [DR, INRIA]

Pierre Falzon [Pr, CNAM]

Personnel INRIA

Willemien Visser [CR]

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

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

Assistantes de projet

Laurence Bourcier [AJT, INRIA (temps partagé)]

Josette Ortman [TR, CNAM]

Collaborateurs extérieurs

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

Stéphane Caro [Maître de Conférence, IUT de Dijon]

Marianne Cerf [CR, INRA]

Évelyne Mounier [Maître de Conférence, Université de Grenoble]

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

Chercheurs post-doctorants

Mireille Bétrancourt [jusqu'au 31 Octobre 2000]

Sophie Dusire [jusqu'au 31 Août 2000]

Doctorants

Patrick Bougé [convention CIFRE INRIA-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 [convention CIFRE INRIA-EADS-Airbus SA, en thèse d'Ergonomie au CNAM]

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

Christophe Mundutéguy [INRETS - en thèse d'Ergonomie au CNAM]

Laurent Nicolas [PSA, en thèse d'Ergonomie au CNAM]

Anne Pellegrin [bourse INRIA-RA, en thèse de Sciences Cognitives à l'INPG, jusqu'en Mars 2000, Post-doct industriel depuis Juillet 2000]

Catherine Sauvagnac [en thèse d'Ergonomie au CNAM, jusqu'en Juin 2000]

Stagiaire

Stéphane Lauret [DEA d'Ergonomie au CNAM]

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, et la capitalisation et 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, dans la maîtrise des processus de conception et dans la réduction des coûts, est donc indispensable.

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, analyse fonctionnelle, ingénierie concurrente, conception participative, conseil comme situation de co-conception. L'objectif est d'évaluer et de spécifier les méthodologies de conception afin d'améliorer leur utilisabilité. Nos thèmes actuels de recherche ont trait à la prise en compte des utilisateurs, l'effet du rôle des participants, la confrontation et l'intégration des points de vue, les activités de co-conception dans la situation de conseil et la reconnaissance d'intention. 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 l'identification de connaissances casuelles (épisodiques), les mécanismes cognitifs en jeu dans la réutilisation de solutions, la traçabilité des décisions de conception, la construction de connaissances générales au cours de la résolution de problèmes particuliers. 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 de différents types d'artefacts présentant une structure spatiale et/ou temporelle : documents multimédia (dimension temporelle), présentations linguistico-graphiques tels que des tableaux (graphiques 2D), plans d'itinéraire (structure spatio-temporelle). Il s'agit d'étudier les stratégies et représentations cognitives mises en œuvre par des concepteurs et utilisateurs. Nous nous intéressons également aux modes perceptifs (haptiques et visuels) mis en œuvre dans l'interaction avec des dispositifs de réalité virtuelle.

Le projet a des collaborations internationales avec Drexel University, Stanford University, l'Ecole Polytechnique de Montréal. Au niveau national le projet collabore avec : LISA-CPE, LACO-CNRS, CAV "Centre Alexis Vautrin", ARAMHIS-IRIT, M3M de UTBM, Limsi, LAMIH-ENIM, Université de Nice, Chambre d'Agriculture de l'Eure, Clips-Imag, équipe Cristal du Gresec, laboratoire Leibniz, Exmo (INRIA-RA), LARA, Orpailleur (Loria), Xyleme, I3D.

Nos partenaires industriels sont : EADS-Airbus SA, Dassault Systèmes, PSA, Matradatadivision, Renault, Cognition, 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,VH90]).

-
- [FBB⁺90] P. FALZON, A. BISSERET, N. BONNARDEL, F. DARSSES, 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, 17-19 octobre 1990.
 - [GP92] V. GOEL, P. PIROLI, « The structure of design problem spaces », *Cognitive Science* 16, 1992, p. 395-429.
 - [NS72] A. NEWELL, H. A. SIMON, *Human problem solving*, Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, 1972.
 - [VH90] W. VISSER, J.-M. HOC, « Expert software design strategies », in : *J.-M. Hoc., T.R.G. Green., R. Samurçay, & D. J. Gilmore (Eds): Psychology of Programming*, Academic Press, p. 235-249, 1990.

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, qui plus est multi-métiers. D'un point de vue plus socio-organisationnel, la conception est en ce sens une affaire de communication et d'intégration des différentes spécialités¹ : 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 Cognitive tant au niveau théorique qu'au niveau méthodologique. Plus généralement, l'Ergonomie Cognitive et la Psychologie Cognitive s'inscrivent dans le vaste champ, en pleine 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 (IA), la Psycholinguistique et la Linguistique.

1. Dans 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.

[Mid96] C. MIDLER, « Modèles gestionnaires et régulations économiques de la conception », *in* : *Coopération et conception*, G. de Terssac, E. Friedberg (éditeurs), Octarès Editions, p. 63-85, Toulouse, 1996.

[GH91] T. R. G. GREEN, J.-M. HOC, « What is Cognitive Ergonomics? », *Le Travail Humain* 54, 4, 1991, p. 291-304.

4 Domaines d'applications

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

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, environnements de conception de documents multimédia ;
- 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 information (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 être - ou ne pas être - technologiques (pas d'a priori de solution). En tout état de cause, les solutions technologiques doivent s'accompagner de dispositifs de formation, de transformations organisationnelles, de méthodes, qui sont des gages de leur acceptation, de leur usage et de leur 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, agronomie, 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

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 (devenues classiques en génie logiciel mais qui relèvent aussi d'une problématique d'évaluation plus générale), les méthodes fonctionnelles, l'ingénierie concourante, la conception participative. Les processus étudiés concernent : la prise en compte des utilisateurs, l'effet du rôle des participants, la confrontation et l'intégration des points de vue (notamment sur la base des représentations des contraintes de conception et des mécanismes argumentatifs), 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.

En psychologie cognitive, il existe diverses méthodes pour analyser des protocoles verbaux individuels, mais pas tant pour analyser des dialogues dans des situations de travail collectif. De nombreuses activités professionnelles, par exemple de conception, sont exécutées toutefois par des personnes travaillant ensemble par l'intermédiaire d'interactions verbales. Sur la base de nos différentes études conduites à travers les années sur des situations de conception collective, nous élaborons actuellement une méthode pour analyser ces activités à partir des dialogues conduits par les participants et des représentations qu'ils construisent [33].

5.1.2 La dynamique des réunions d'inspection

Participants : 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. Dans ce but, nous avons développé une méthodologie d'analyse de réunions d'évaluation que nous avons appliquée à l'analyse de réunions d'inspection de logiciel (des TRM, Technical Review Meetings). Cette analyse a permis d'identifier cinq types de dialogue par le biais desquels ces réunions sont conduites. Pour l'analyse de ces dialogues, nous avons développé deux approches complémentaires [36] : une approche fonctionnelle et une approche interactionnelle. L'approche fonctionnelle examine la conception collective du point des actions (e.g., élaboration, évaluation, synchronisation) et des objets (spécifications, critères d'évaluation, solutions) mis en œuvre dans ces réunions. L'approche interactionnelle concerne l'argumentation et les rôles des participants (dans le projet, dans la réunion, et relativement à la tâche).

5.1.3 La reconnaissance d'intention dans les activités collectives

Participants : Françoise Darses, Christophe Mundutéguy.

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'inscrit dans cette problématique générale. La conduite automobile a jusqu'alors été surtout envisagée comme une activité individuelle, nécessitant 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 sont au centre de ce travail de doctorat.

Les principaux résultats portent sur les processus de reconnaissance d'intention, dans différents environnements routiers (différentes formes d'infrastructure, différents niveaux de trafic, niveaux de stabilité). Ils ne sont pas sans lien avec la compréhension de la "situation awareness" (ou conscience de la situation), actuellement utilisée en aéronautique pour rendre compte de la capacité des pilotes à maintenir un niveau d'interprétation du contexte adéquat aux exigences de la tâche [37].

A partir d'une expérimentation impliquant 10 conducteurs expérimentés, nous avons modélisé le processus de reconnaissance d'intention en extrayant les types d'indices qui conduisent à la prédiction d'intention.

L'application de ce modèle met en évidence une variabilité interindividuelle importante dans l'interprétation de la situation d'interaction entre deux ou plusieurs véhicules :

- Les sujets peuvent aboutir à des prédictions identiques à partir de types d'indices radicalement dissemblables, tandis que des types d'indices différents peuvent conduire à la même inférence d'intention. La combinaison des indices et leur pondération en cas d'antagonisme déterminent la part d'accords et de désaccords entre les sujets.
- Les sujets se distinguent également par leurs références au temps de l'interaction. Chacun manifeste une dépendance particulière à l'évolution de la situation. Si certains se contentent d'indices contemporains de la reconnaissance d'intention, d'autres renvoient dans leur raisonnement soit à des paramètres qui ont conduit à cet état, soit à des projections d'état probable.
- Nous avons enfin montré que les caractéristiques de l'infrastructure et plus largement celles de l'environnement pouvaient entraîner des attentes de comportements chez certains sujets. L'environnement, qu'il soit dynamique (autres véhicules) ou statique (panneaux de signalisation, marquage au sol), participe à la reconnaissance d'intention d'autrui.

Dans le cadre du travail de thèse, une réflexion transversale a également été menée sur l'analyse des écarts entre les modes de coopération prescrits par les organisations de travail et les modes de coopération effectifs [22].

5.1.4 La simulation langagière dans l'analyse fonctionnelle

Participant : Laurent Nicolas.

L'objectif de ce travail de thèse [10] est d'envisager les modalités de prise en compte de l'activité des futurs utilisateurs au cours des analyses fonctionnelles (AF) de conception de

produits automobiles, s'inscrivant dans l'activité des concepteurs.

Dans une première étape, nous avons cherché à caractériser cette activité. Dans ses principes, l'AF est une des premières phases de la conception qui sépare la définition du problème de la construction de solutions. Or, cette prescription est paradoxale car, même à cette étape précoce, l'activité de conception relève d'un processus cyclique fait de productions et d'évaluations de solutions. En outre, une forme de simulation qui invoque des modèles de l'utilisateur à titre de ressource pour la conception et que nous avons appelée "simulation langagière" a été identifiée.

En approchant la situation d'AF sous l'angle instrumental, nous avons caractérisé la simulation langagière comme une activité essentielle à la conception car elle permet la prise en compte de l'activité des utilisateurs finaux. On a alors cherché à instrumenter cette activité en modifiant la méthodologie d'AF.

Une recherche-action, menée en collaboration avec une équipe projet, a abouti à la définition d'un cadre méthodologique appelé SIMAF. Ce dernier reprend les objectifs essentiels de l'AF tout en introduisant de nouvelles unités d'analyse (e.g., "situations d'utilisation") et des supports graphiques permettant de les manipuler. Les mises en œuvre des deux cadres méthodologiques, AF et SIMAF, ont été comparées à travers deux projets de conception de produits automobiles. L'analyse des échanges langagiers des concepteurs a montré que SIMAF, par l'usage de la simulation langagière, facilite l'articulation entre les aspects individuel et collectif de l'activité des concepteurs, et favorise la prise en compte de l'activité des utilisateurs dans la définition fonctionnelle du produit et l'identification de nouvelles fonctions.

5.1.5 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.

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 traité au travers de deux recherches menées au sein d'équipes intégrées ayant des profils socio-organisationnels distincts. La première recherche porte sur un bureau d'études

(BE) 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 reconception 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 de points de vue en ingénierie concourante

Participants : Françoise Détienne, Géraldine Martin.

Dans le cadre d'une convention CIFRE (INRIA-Rocquencourt-EADS-Airbus SA), nous avons abordé la notion de point de vue dans le cadre de la mise en œuvre d'une méthodologie d'ingénierie concourante [42].

Notre définition est qu'un point de vue est caractérisé par la mise en œuvre d'une certaine combinaison de contraintes relevant d'un certain niveau d'abstraction, i.e., fonctionnel, structurel ou physique. Cette mise en œuvre est dépendante de l'expertise-métier et dépendante du problème à résoudre. Notre première hypothèse de travail est que les points de vue sont exprimés dans les réunions multi-métiers ayant un objectif de co-conception, notamment d'évaluation de solutions. Notre seconde hypothèse de travail est que, dû au caractère collectif de l'activité, les points de vue devraient s'exprimer à travers l'argumentation.

Nous avons analysé, dans un premier temps, deux types de réunions multi-métiers : des réunions formelles de conception (dites de revue maquette) et des réunions informelles de travail. Nous avons identifié les réunions informelles de travail comme lieu privilégié de l'évaluation. Dans un second temps, nous avons focalisé notre analyse sur ces réunions. A l'aide d'une grille d'analyse comprenant trois dimensions - dimension fonctionnelle, dimension argumentative, et dimension de médiation (mode de communication des connaissances) - , nous analysons les retranscriptions de sept réunions.

Un premier type de résultats porte sur le mode d'évaluation des propositions de solution au cours des réunions. Nous avons relevé l'existence de modes d'évaluation analytique, comparative ou analogique. Nous avons mis en évidence des modes d'évaluation combinés, e.g. analytique/ analogique [43, 40]. Un second type de résultat porte sur les connaissances métiers relatives aux contraintes de conception et sur l'utilisation ou mise en œuvre de contraintes dans l'argumentation [41]. Nous avons pu mettre en évidence que dans l'argumentation les concepteurs peuvent sélectionner (i) une signification particulière pour une contrainte indépendante du métier, (ii) un niveau de détail dans une hiérarchie de contraintes propres à un métier. Nous avons également montré que la pondération des contraintes diffère en fonction des métiers et du problème à résoudre. Enfin, à travers l'analyse de la mise en œuvre de combinaisons de contraintes, et la caractérisation de ces contraintes, nous avons pu distinguer : points de vue partagés, points de vue spécifiques, points de vue intégrés. Une analyse, en cours, porte sur

les mécanismes de confrontation et d'intégration de points de vue. L'ensemble de ces résultats nous a permis de faire des recommandations ergonomiques en terme de méthodologie et d'outils pour supporter la coopération et la traçabilité des logiques de conception.

Intégration de points de vue en conception participative

Participant : Françoise Darses.

Dans le cadre du projet INTEGRE 2, nous étudions comment se réalise l'intégration des points de vue des acteurs du processus de conception et, en particulier, des opérateurs de fabrication, dans des actions de conception participative. Les actions de conception participative [17] restent encore souvent mal appliquées et peu abouties en France car l'héritage taylorien a creusé un fossé difficile à franchir entre prescription-conception d'une part, et exécution-utilisation d'autre part. C'est dans le contexte de l'évolution des pratiques de conception que nous positionnons la recherche[35] : comment intégrer de nouveaux partenaires au développement de la solution et comment intégrer les points de vue des co-concepteurs lors des prises de décision ?

Le contexte industriel, mis à disposition par notre partenaire MATRA-AUTOMOBILE, est la conception d'un outil de production (une centrale de découpe de matériau composite). Ce projet, démarré en janvier 1998, aboutira fin 2000 avec l'implantation de deux lignes de découpe semi-automatisées.

Dans le cadre de la conception participative, le problème crucial rencontré par les "équipes intégrées", et en particulier par le chef de projet, est d'intégrer les points de vue des différents acteurs aux décisions de conception, et tout particulièrement le point de vue des opérateurs-utilisateurs. Quelles méthodes et quels dispositifs peut-il utiliser pour soutenir cette dynamique ? Comment encourager l'explicitation des points de vue, et comment gérer les compromis ? Quels principes et quelles situations mettre en œuvre pour instaurer des actions de conception participative bénéfiques ?

Nous avons défini trois axes d'investigation : (i) modéliser les dimensions cognitive et socio-cognitive de l'intégration des points de vue, (ii) développer des outils d'assistance et (iii) déterminer les conditions optimales de la conception participative.

Pour ce qui concerne la participation du projet Eiffel, les résultats actuels [52] portent sur le point 3 : nous avons étudié la représentation que les concepteurs se font de l'usage du futur dispositif. Dans ce but, nous avons analysé 7 réunions de conception dont nous avons extrait les énoncés relatifs aux opérateurs. Leur analyse montre 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. Il conviendrait donc d'infléchir l'analyse fonctionnelle en développant des scénarios centrés sur l'usage plutôt que sur le fonctionnement des dispositifs.

5.1.6 Le conseil comme activité de co-conception

Participants : Marianne Cerf, Claire Compagnon, Pierre Falzon.

Les travaux sur la conception de situations de travail ont mis l'accent sur l'implication des opérateurs dans les processus de conception [48]. La situation de conseil entre dans cette classe de situation et peut être vu comme une situation de co-conception où participent un conseiller et un opérateur. Or, le mode d'intervention du conseiller et de conduite des interactions avec les opérateurs [38, 20] a été peu étudié et formalisé. Son étude apparaît pourtant essentielle pour préciser des méthodologies de conduite de tels projets de conception. Le travail mené sur la co-conception, par un conseiller agricole et un agriculteur, d'un projet de développement d'une exploitation agricole, contribue à une telle étude. En outre, la grande variabilité des situations de travail et des agriculteurs que rencontre le conseiller est une opportunité pour saisir comment différents facteurs interviennent dans les processus de co-conception.

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 ^[CCF99]. Elle a également permis de montrer l'asymétrie de position entre l'agriculteur, expert de la situation de travail actuelle, et le conseiller, sensé être expert quant à la conception d'une nouvelle situation. 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. Une deuxième étape a donc été de préciser les compétences requises. Pour cela, nous avons élaboré un cadre de formalisation d'une méthode de conduite des interactions de conseil [28], que nous avons appliqué et approfondi pour traiter de la co-conception d'un projet de développement de l'exploitation agricole [32]. La troisième étape, en cours, vise à préciser l'effet 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, sur les types d'interaction entre conseillers et agriculteurs. Cette étape implique l'élaboration d'une méthodologie de codage des interactions et la mise en place d'une expérimentation 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 dans les domaines considérés. Nos thèmes de recherche actuels concernent l'identification de connaissances casuelles, les processus cognitifs dans la réutilisation, la traçabilité des décisions de conception, la construction de connaissances au cours d'activités méta-fonctionnelles par des collectifs. Ces études se situent plus largement dans le contexte de recherche sur la mémoire d'entreprise.*

[CCF99] M. CERF, C. COMPAGNON, P. FALZON, « Advising farmers : a cooperative solving problem activity ? », in : *ECCS'99*, p. 47-53, Sienne, Italie, 27-30 Octobre 1999.

5.2.1 Identification 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 réalisées dans les domaines de la mémoire et des connaissances et ceci dans le cadre d'une thèse CIFRE. Ce travail est mené au travers de collaborations régulières avec l'entreprise Dassault Systèmes et deux équipes d'intelligence artificielle (Lisa et Exmo), et au travers d'une réflexion menée dans le cadre du programme Prosper [49, 51].

Une première étude a consisté en une observation de concepteurs (deux experts et un novice) dans l'utilisation du logiciel de CFAO CATIA V5, en activité de conception avec verbalisation simultanée. Leur activité principale consistait à créer un assemblage de pièces mécaniques. Il résulte de ces observations que :

- la résolution de sous-problèmes est bornée par une phase de repérage initiale et une phase d'évaluation finale : chaque épisode de conception, qui correspond à la résolution d'un sous-problème, peut être repéré par des comportements caractéristiques de ces phases, comportements qui reflètent des processus de focalisation de l'attention et de visualisation de l'état de la solution à un moment t ;
- l'interaction entre les connaissances en mémoire et les données extraites du contexte détermine le niveau d'abstraction auquel le sujet résout son problème : ainsi le niveau de granularité des épisodes de conception est variable ;
- si une certaine structure téléologique est construite par le sujet *a posteriori* en fonction de ses connaissances, celle-ci varie constamment, de façon opportuniste, en fonction des événements (stimuli) qui apparaissent en cours d'activité.

Nous avons effectué un premier retour vers l'industrie, à partir de ces premiers résultats [50] : un langage de description fonctionnel et causal permettant de calculer des inférences ; des "cadres" de conception permettant au sujet de poser et structurer l'ensemble des connaissances a priori qu'il possède sur le problème qu'il doit traiter ; un outil de transformation en cours de conception de la catégorie d'un objet créé ; des spécifications pour l'extraction des épisodes de conception (ou connaissances casuelles).

5.2.2 Processus cognitifs dans la réutilisation

Participants : Jean-Marie Burkhardt, Françoise Détienne.

Une revue de question en ergonomie cognitive sur les approches du génie logiciel nous a amené à définir un cadre théorique pour l'analyse des activités cognitives mises en œuvre dans la réutilisation de logiciel. Ce cadre permet d'articuler une synthèse de résultats empiriques issus d'études ergonomiques menées dans différents contextes, afin de cerner les déterminants cognitifs de l'activité, les déterminants liés aux outils et à l'environnement au sens large [18].

Parmi d'autres, les processus liés à la compréhension de programmes orientés-objet (OO) donnent lieu à un travail de recherche entamé dans le cadre de la thèse de Jean-Marie Burkhardt et à la poursuite d'une collaboration avec Susan Wiedenbeck (Nebraska University et Drexel University). La compréhension de programmes OO a été formalisée à partir d'une extension de l'approche "modèles mentaux" de la compréhension de textes ; ce modèle, validé empiriquement, permet de rendre compte de la nature des représentations mentales construites et des stratégies de compréhension de concepteurs novices et experts. Les 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.

5.2.3 Traçabilité des décisions de conception

Participants : Françoise Darses, Isabelle Marty.

Dans une démarche qualité, la traçabilité porte sur le résultat de l'activité de travail (collecte et archivage des comptes rendus des réunions, des rapports d'analyse, des offres, etc.), et non pas sur l'activité elle-même. Cela pose le problème du sens de l'information, de l'exploitation possible des traces pour l'activité en cours et futur. Nous proposons d'élargir et d'enrichir l'acception du terme "traçabilité", en prenant en compte la composante dynamique de la réutilisation des traces de l'activité.

La thèse CIFRE d'Isabelle Marty s'inscrit dans cette problématique et s'adresse plus précisément aux besoins de la maîtrise d'ouvrage, considérée ici comme "le concepteur des décisions". Le terrain d'étude est la SMAT, société responsable de la maîtrise d'ouvrage de l'extension du métro toulousain.

On cherche à répondre à ces questions : quel est le besoin des entreprises d'objectiver les pratiques des concepteurs et de consigner la logique technique qui a prévalu pour le choix de telle solution plutôt que telle autre ? Quelle est l'utilité de tracer le devenir des décisions prises et de vérifier que les exigences du cahier des charges sont remplies ?

Le travail de recherche, à ses débuts, a produit trois types de résultats [34] : (i) une réflexion théorique sur la notion de décision collective, (ii) un cadrage théorique de la notion de prise de décision par rapport au problème global de la traçabilité et (iii) une analyse des voies d'investigation à emprunter, issue de l'analyse exploratoire d'une réunion de coordination. Le modèle de processus de prise de décision qui a été proposé se décompose en trois temps : (i) la construction de la décision, (ii) l'énoncé de la décision et (iii) le suivi de la mise en œuvre.

Une analyse empirique, en cours, porte sur la phase amont de la prise de décision : on cherche à modéliser comment le collectif construit cette décision, en faisant l'hypothèse qu'une meilleure

compréhension de ce processus permettra à la maîtrise d'ouvrage de gérer encore mieux la conduite du projet. Les principales observations, basées sur l'analyse d'une réunion de coordination, sont les suivantes :

- On constate une formulation entremêlée des problèmes, sans marques explicites de clôture ni de prises de décision. La présence d'un indicateur explicite de clôture des débats sur un thème ne semble pas lié à la formulation explicite d'un énoncé de décision.
- On constate qu'il n'y a pas de prise de décisions explicites : les acteurs de la réunion passent d'un thème à l'autre sans que l'on puisse identifier explicitement les énoncés de décisions qui motivent la clôture du thème. La réunion semble être une suite de négociations non finalisées, alors que le sentiment des participants est qu'on a effectivement pris des décisions.
- On constate qu'il existe des règles implicites de prise de décision qui sont généralement marquées par un critère d'évaluation de la proposition ou par une contre-proposition non soumise à évaluation.

Ce travail devra être poursuivi par une étude de la traçabilité en aval de la décision, c'est-à-dire du suivi des exigences [54].

5.2.4 Construction de connaissances au cours de la décision thérapeutique

Participants : Pierre Falzon, Catherine Sauvagnac.

L'étude a été réalisée dans une situation réelle de prise de décision thérapeutique collective en cancérologie, cette prise de décision s'appuyant sur des procédures préétablies ; plus précisément, l'activité étudiée est celle de prise de décision pour les cas particuliers. Les résultats préliminaires ont montré que les praticiens utilisent les procédures quand même en les adaptant : ces procédures apparaissent donc comme des connaissances vivantes, susceptibles d'évoluer au contact avec la réalité des cas. Ces procédures ont été caractérisées comme des schémas ; la modélisation du processus psychologique d'évolution se réfère à la théorie piagétienne de l'équilibration cognitive, par le double mécanisme d'assimilation et d'accommodation.

Les résultats obtenus [12] portent sur le mécanisme de la prise de décision thérapeutique collective en cancérologie, et sur la construction de connaissances au cours de l'utilisation de procédures. La prise de décision est modélisée comme une tâche d'inclusion dans des catégories "naturelles" nées de l'expertise médicale : les schémas thérapeutiques. La construction de connaissances se fait par l'examen critique des conditions d'inclusion d'un cas considéré, en particulier lorsque le cas est à la marge des catégories ; l'examen des conditions d'inclusion et leur adaptation à des cas particuliers permet de raffiner ces catégories, et donc de les faire évoluer. Pour que ces mécanismes d'évolution des schémas permettent une évolution des procédures, il est nécessaire que les praticiens prennent conscience de leur propre utilisation de ces procédures, et que des traces en soient gardées. C'est pourquoi des outils ont été proposés : d'une part, un modèle de compte-tendu qui soutient l'utilisation réflexive de la règle et concourt ainsi à l'évolution d'une véritable mémoire organisationnelle [24]. Par ailleurs, ce

mode d'utilisation des procédures a permis de développer le concept d'expertise réflexive.

Plus largement, ces résultats apportent un éclairage cognitif sur les mécanismes de construction de connaissances dans une organisation, concourant à défendre le point de vue que la mémoire organisationnelle est un processus actif, ce qui s'oppose à la vision patrimoniale de la gestion des connaissances dans une organisation [23, 19].

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 qui permettent la prise en compte de la dimension temporelle dans la conception de document multimédia, des stratégies relevant de l'utilisation de présentation linguistico-graphiques tels que des tableaux, aussi bien du côté conception que compréhension des documents, des stratégies de conception et de description de plans, artefacts pouvant présenter une structure spatio-temporelle. Certains travaux visent directement à concevoir ou évaluer des systèmes d'assistance à la conception : formalismes de description de la structure temporelle de documents multimédia, présentations graphiques synoptiques, dispositifs interactifs de réalité virtuelle mettant en œuvre des modes perceptifs haptiques et visuels.*

5.3.1 Conception de la structure temporelle de documents multimédia

Participants : Mireille Bétrancourt, Anne Pellegrin.

Les recherches, qui ont débuté en 1998, sont menées en collaboration avec le projet OPERA de l'INRIA Rhône-Alpes, qui développe un environnement d'édition et de présentation de documents multimédia, et la firme Alcatel.

L'édition de la structure temporelle des documents multimédia reste l'une des tâches les plus difficiles à assister dans les environnements auteurs [13, 15, 44]. En effet, la présence d'éléments temporisés (vidéo, sons...) ne permet pas de fondre les étapes d'édition et de présentation. Actuellement, deux approches s'affrontent : une approche par arbre d'opérateurs et une approche par contraintes. L'objectif de l'étude est de comparer ces deux approches du point de vue de l'ergonomie de leur manipulation dans des tâches de conception de documents multimédia. Une étude expérimentale [27, 26] a été menée pour comparer deux formalismes représentatifs de chaque approche : le formalisme SMIL pour l'approche par arbre d'opérateurs, et le formalisme MADEUS pour l'approche par contraintes. Les résultats ont permis de définir les avantages et faiblesses de chaque formalisme, de façon à en déduire des recommandations pour leur intégration dans des environnements d'édition de documents multimédia.

5.3.2 Production et compréhension des présentations graphiques synoptiques

Participants : Mireille Bétrancourt, André Bisseret, Anne Pellegrin.

Les travaux menés pendant la thèse d'Anne Pellegrin [14, 11, 47, 45, 46] concernent l'inter-

action entre le format des présentations graphiques synoptiques et les processus cognitifs mis en œuvre par les sujets pour traiter ces présentations graphiques synoptiques. L'objectif de cette thèse est de montrer de quelle façon les présentations graphiques synoptiques interagissent avec les caractéristiques du système cognitif humain. En effet, en dépit d'un usage extensif, les processus cognitifs mis en œuvre dans le traitement de dispositifs graphiques sont encore mal connus. Les recherches menées par Anne Pellegrin se sont intéressées à un type particulier de présentations graphiques synoptiques : les tableaux. Deux séries d'expériences ont été réalisées.

Dans une première série d'expériences, les présentations graphiques synoptiques ont été étudiées du point de vue du traitement de l'information lors de leur production. Dans une tâche de construction de tableaux, les résultats obtenus auprès de sujets expérimentaux ont montré que la relation sémantique exprimée dans un texte influence la disposition des informations à l'intérieur du tableau. Ces résultats ont permis d'établir des dispositions préférentielles pour présenter des relations d'implication et de généalogie dans un tableau. Ces dispositions ont été appelées des "Dispositions Attendues". A partir d'un enregistrement des mouvements oculaires, nous avons montré que les préférences établies dans la tâche de construction de tableaux, ont entraîné une facilitation à la lecture de ces tableaux. Une deuxième série d'expériences a abordé le traitement des présentations graphiques synoptiques du point de vue de la construction de la représentation. Les premiers résultats ont montré que les tableaux construits en Disposition Attendue ont favorisé l'intégration des informations et la construction d'un modèle mental cohérent. Dans une tâche de reconnaissance de tableaux, les résultats obtenus sont en faveur de l'hypothèse selon laquelle la réactivation du tableau est guidée par les exigences d'un "schéma de tableau" en mémoire à long terme. Le tableau ainsi réactivé correspondrait au tableau en Disposition Attendue. A partir des résultats obtenus, nous avons proposé un modèle de la construction d'une représentation mentale à partir de l'observation d'un tableau.

5.3.3 Stratégies de conception et de description de plans

Participants : Sébastien Chalmé, Sophie Dusire, Willemien Visser.

Depuis deux ans, nous poursuivons des études sur l'activité de conception de plans d'action. Ces études sont menées en collaboration avec le LARA et le LIMSI [16, 29]. Dans le cadre du projet PLANS, une première expérience a porté sur la planification d'itinéraires urbains, notamment sur les stratégies de conception de plans. Nous avons demandé à 30 personnes de concevoir un itinéraire à travers la ville nouvelle de St Quentin-en-Yvelines, à partir d'une carte et d'une liste de 14 tâches à effectuer, sur lesquelles pesaient des contraintes, notamment des contraintes spatiales et temporelles. Pour examiner le rôle des connaissances de l'environnement urbain, deux groupes de personnes ont participé à l'expérience, possédant une bonne connaissance de la ville ou non.

Sur la base des verbalisations simultanées des participants et des différents états des itinéraires qu'ils conçoivent, nous avons analysé les stratégies utilisées lors des trois grandes étapes de leur activité : (i) construction de représentations du problème à résoudre, (ii) développement de solutions et (iii) évaluation de ces solutions. Dans chacune de ces trois étapes, les

participants utilisent des stratégies distinctes selon qu'ils possèdent de bonnes connaissances de la ville ou non. Les personnes ayant ces connaissances suivent des stratégies de résolution plutôt descendantes (top-down) et en largeur d'abord (breadth-first), tandis que les autres adoptent des stratégies plutôt ascendantes (bottom-up). Les connaissances ont également un effet sur le caractère spatio-temporel des représentations de problèmes construites. Lors de cette construction, les personnes sans connaissance de l'environnement urbain se centrent plutôt sur l'aspect temporel des données, tandis que les personnes avec connaissances se centrent plutôt sur l'aspect spatial [31, 30].

Une seconde expérience a porté sur la description d'itinéraires. Les résultats ont été analysés dans l'objectif de formuler des spécifications pour un système de navigation embarqué [53]. Pour cela, nous avons examiné comment de telles descriptions sont utilisées par un "expliquant" pour prescrire un itinéraire à une personne qui ne l'a pas conçu elle-même, l'"écoutant". Nous constatons que :

- les expliquants rajoutent spontanément des informations relatives aux actions qu'ils prescrivent ; cette redondance d'information fournie aux écoutants va à l'encontre d'un système se limitant aux informations "nécessaires" ;
- les expliquants cherchent à identifier un savoir commun avec les écoutants afin d'y faire référence ; pour un système "interactif", ce résultat peut demander d'élaborer et de maintenir un savoir partagé entre l'utilisateur et le système, et de l'utiliser dans les interactions ;
- les expliquants orientent les écoutants en s'appuyant sur différentes caractéristiques de l'environnement, ou, lorsqu'ils ne peuvent présumer ce savoir chez les écoutants, cherchent à compenser cette absence par la référence à des éléments relatifs à la position présumée de l'écoutant ; dans un système, une telle fonctionnalité de compensation participera à son adaptabilité à la fois au contexte et à l'utilisateur ;
- les expliquants explicitent le niveau de confiance que l'écoutant peut accorder à leur prescription, par ex. en indiquant le degré de certitude de leurs informations. Cette confiance s'avère indispensable pour rendre acceptable un système embarqué.

5.3.4 Spécification cognitive de dispositifs interactifs de réalité virtuelle.

Participant : Jean-Marie Burkhardt.

Depuis cette année, une collaboration est entamée avec l'avant-projet I3D dans le cadre de la conception des environnements à base de technologies de réalité virtuelle. A un niveau méthodologique, cette collaboration concerne la prise en compte des caractéristiques de la cognition des utilisateurs dans le cadre des interactions avec un environnement virtuel : nous nous basons sur une expertise développée au sein de notre projet sur l'ergonomie des systèmes de réalité virtuelle ^[BLF99] [21]. 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 résultats [39] suggèrent un effet significatif des deux modalités sur la tâche, ce qui relativise la notion de dominance visuelle. D'autres analyses en cours concernent la mise en évidence de profils d'utilisateurs sensibles différemment à l'information haptique et visuelle.

6 Contrats industriels (nationaux, européens et internationaux)

6.1 Convention EADS-Airbus SA

Participants : Françoise Détienne, Géraldine Martin.

Convention CIFRE INRIA-Rocquencourt-EADS-Airbus SA : 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'EADS-Airbus SA) à compter de Septembre 2000.

6.2 Convention Dassault Systèmes

Participants : Patrick Bougé, Françoise Détienne.

Convention CIFRE INRIA-Rocquencourt -Dassault Systèmes : le travail de thèse de Patrick Bougé (Juillet 1999-Juillet 2002) concerne la représentation et la récupération des connaissances dans un contexte de conception.

6.3 Convention Smat

Participants : Françoise Darses, Isabelle Marty.

Convention CIFRE Cnam-SMAT : le travail de thèse d'Isabelle Marty (avril 99 - avril 02) concerne la traçabilité des décisions de conception, en mettant en valeur la composante dynamique de la réutilisation des traces de l'activité.

6.4 Contrat "La consigne" - Novadis

Participants : Mireille Bétrancourt, Anne Pellegrin.

Nous avons fourni une évaluation experte de l'interface utilisateur d'un logiciel avant sa mise sur le marché (résultats confidentiels).

6.5 Convention Chambre d'Agriculture de l'Eure-INRA

Participants : Marianne Cerf, Claire Compagnon.

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.

6.6 Convention PSA-CNAM

Participant : Laurent Nicolas.

Convention qui concerne le travail de thèse de Laurent Nicolas : l'étude porte sur l'analyse fonctionnelle et a débouché sur une méthodologie modifiée d'analyse fonctionnelle, intégrant la simulation langagière comme ressource pour la décision de conception.

6.7 Convention CNAM-INRETS

Participants : Françoise Darses, Christophe Mundutéguy.

Le travail de thèse de Christophe Mundutéguy (octobre 97 - octobre 01) porte sur la reconnaissance d'intention, processus psychologique fondamental dans les activités collectives. Elle se fait en relation étroite avec l'INRETS. La conduite automobile a jusqu'alors surtout envisagée comme une activité individuelle, nécessitant 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 sont au centre de ce travail de doctorat.

6.8 Stage de DEA, EADS-Airbus SA

Participants : Françoise Détienne, Stéphane Lauret.

Le stage effectué par Stéphane Lauret concerne l'étude de l'utilisation des outils de gestion de données techniques par différents acteurs du processus de conception en Ingénierie Concourante.

7 Actions régionales, nationales et internationales

7.1 Collaborations internationales

7.1.1 Collaborations franco-nord-américaines

Participants : Jean-Marie Burkhardt, Françoise 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).

Participants : Françoise Détienne, Willemien 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 N°9).

Participant : Mireille Bétrancourt.

Depuis son séjour post-doctoral à Stanford University, Mireille Bétrancourt poursuit une collaboration avec l'équipe "Spatial Language and Representation" dirigée par le Professeur Barbara Tversky au "Center for the Study of Language and Information". Cette collaboration se concrétise particulièrement par la soumission de publications communes et par des rencontres régulières.

7.1.2 Collaborations européennes

Mireille Bétrancourt va intégrer le laboratoire TECFA (Technologies pour la Formation et l'Apprentissage) de l'Université de Genève à partir du 1er Novembre 2000.

7.2 Collaborations nationales

7.2.1 Projet ARDECO, Programme PROSPER, Systèmes de Production, CNRS

Participants : Patrick Bougé, Françoise 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-Rhône-Alpes), LISA-CPE, LACO-CNRS, Dassault Systèmes (novembre 1998-octobre 2001).

7.2.2 Projet PLANS, ACI Cognitive, thème "Cognition Spatiale", Ministère de la Recherche

Participants : Sébastien Chalmé, Sophie Dusire, Willemien Visser.

Dans le cadre du projet PLANS : "Etude de la planification de parcours en ville", coordonné par W. Visser, une collaboration a démarré avec le LARA et le LIMSI-CNRS (fin 1999-fin 2001).

7.2.3 Projet CASIMIR, Programme Travail-MENRT

Participants : Pierre Falzon, Catherine Sauvagnac.

Le projet CASIMIR : conception d'un système de savoir casuel, dont Pierre Falzon est le coordinateur, a été successivement financé par les programmes GIS Sciences de la Cognition "Conception et Cognition" et "Travail" (octobre 1998-septembre 2002). Dans ce cadre, 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). A partir de l'idée que l'utilisation de procédures adaptées à des cas particuliers peut être une source de connaissances (cf. thèse C. Sauvagnac), un système d'Intelligence Artificielle est en cours de conception : de l'organisation des adaptations pourront naître de nouvelles procédures.

Les procédures sont modélisées comme des catégories ; l'idée est de modéliser chacune des décisions qui adaptent la règle comme résultant d'une classification élastique dans les catégories définies par les procédures thérapeutiques. Cette collaboration a porté en 1999 sur la première étape : la modélisation des règles, la pluridisciplinarité s'exerçant surtout pour le transfert de connaissances.

7.2.4 Projet INTEGRE 2, Programme Travail-MENRT

Participant : Françoise Darses.

Le projet INTEGRE 2, "Intégration des points de vue en conception", dont Françoise Darses est coordinatrice, est financé par le Ministère du Travail (programme Travail). Il associe le 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.

7.2.5 Projet MAGIE, Programme RNTL

Participant : Françoise Darses.

Le projet MAGIE (Management intelligent de l'information de veille, de recherche et de l'innovation) démarrera en janvier 2001. Ce projet qui fait suite à un projet européen ESPRIT, est coordonné par RENAULT (Direction Informatique), qui sera également utilisateur du produit. Le consortium est composé de trois industriels (MATRADATAVISION, COGNITION et RENAULT), d'un laboratoire privé (BULL) et de deux laboratoires publics (LAMIH-ENIM et CNAM). Ce projet a pour objectif de fournir à des équipes pluridisciplinaires d'utilisateurs un accès à un système d'aide à la décision ouvert et évolutif via un portail informatique multimédia. Ce sont les qualités de ce portail informatique qui permettront aux acteurs d'établir, sur une base consensuelle, des scénarios évolutifs des produits.

Le projet sera centré sur l'étude des activités coopératives qui seront au premier plan lors de l'utilisation du système informatique. Notre contribution ne visera donc pas la "surface" de

l'interface (lisibilité des informations, icônes, clarté des menus, etc.), mais les fonctionnalités intrinsèques du produit, afin que celui-ci soit approprié aux besoins coopératifs des équipes d'utilisateurs.

7.2.6 Collaboration avec le LARA

Participants : Sébastien Chalmé, Willemien Visser.

Depuis fin 1998, nous collaborons avec "La Route Automatisée" sur le thème de "la modélisation cognitive de la planification d'itinéraires".

7.2.7 Collaboration avec le Clips-Imag

Participants : Mireille Bétrancourt, André Bisseret.

Une collaboration étroite se poursuit depuis plusieurs années avec les équipes de Jean Caelen et de Joëlle Coutaz du laboratoire Clips-Imag de Grenoble. Ainsi, une expérience a été menée dans le cadre du travail entrepris autour du tableau magique. Le tableau magique consiste en un tableau blanc réel amplifié qui sert de support à des tâches en sites distants, comme par exemple la réflexion collective. Les utilisateurs pourront se servir de feutres et de l'effaceur usuels. L'amplification électronique permettra de sauvegarder, récupérer et imprimer le contenu du tableau à haute résolution, de copier, effacer, déplacer, contracter et dilater un sous-ensemble choisi du tableau. Ces commandes se feront par reconnaissance et suivi de doigts et d'icônes physiques. La technique de suivi de doigt employée (pour tracer) doit remplir la condition ergonomique d'efficacité, au sens où le doigt doit toujours être suivi quelle que soit sa vitesse, en évitant que l'allocation de ressources nécessaire soit au dépens de l'efficacité globale du dispositif. En d'autres termes, le dispositif doit prévoir la résolution nécessaire et suffisante à l'efficacité du suivi de doigt. L'objectif de l'expérience menée était de déterminer quelle est la vitesse de déplacement maximum d'un crayon sur la surface du tableau dans une trace d'écriture ou de traçage. Les résultats obtenus sont en cours d'analyse. Nous contribuons, pour l'ergonomie des interfaces, au centre de services MultiCom qui a été lancé par le Clips et qui offre un laboratoire d'évaluation des systèmes interactifs personnes-machines.

7.2.8 Collaboration avec le laboratoire Leibniz

Participant : Mireille Bétrancourt.

Une collaboration a débuté en Septembre 1999 entre Colette Laborde, Professeur à l'IUFM et membre du laboratoire Leibniz, équipe "Environnements informatiques d'apprentissage humain" et Mireille Bétrancourt. Son premier objet est le co-encadrement d'un étudiant en D.E.A. de Sciences Cognitives sur l'évaluation de l'interface utilisateurs dans les logiciels d'aide à l'apprentissage de la géométrie, et plus particulièrement les modalités "Action-Sélection" dans les logiciels Cabri-géomètre et Sketchpad. Un sujet dans le prolongement de cette étude a été proposé au DEA de Sciences Cognitives pour 2000 - 2001.

7.2.9 Collaboration avec Novadis

Participants : Mireille Bétrancourt, André Bisseret, Anne Pellegrin.

Novadis Services est une start-up de l'INRIA, lancée en Septembre 1998 par deux anciens étudiants de la formation doctorale de sciences cognitives de l'INPG, dont l'un a travaillé avec notre équipe dans le cadre d'un contrat avec Schneider Electric. Novadis est un "bureau d'étude en ingénierie cognitive". En liaison avec MultiCom, nous collaborons avec Novadis qui est en mesure de transférer nos résultats. André Bisseret assure un rôle de conseil scientifique pour plusieurs projets de Novadis. Cette collaboration se prolonge par l'obtention par Anne Pellegrin d'une bourse de post-doc industriel de l'INRIA au sein de Novadis. Le postdoc d'une durée d'un an a démarré le 1er juillet 2000. L'objectif du postdoc est de développer un ensemble de micro-technologies proposant une interaction forte avec l'être humain et un ensemble de fonctionnalités intelligentes.

7.2.10 Collaboration avec l'équipe Cristal du Gresec

Participant : Evelyne Mounier.

Nous poursuivons une collaboration avec l'équipe de traitement automatique du langage, Cristal du Gresec de l'Université Stendhal. Cette équipe développe un système de génération de descriptions textuelles de configurations spatiales, à partir de corpus recueillis dans notre équipe. On tente en particulier d'introduire des règles de ponctuation à partir des résultats obtenus lors de sa thèse par Évelyne Mounier.

7.2.11 Collaboration avec le laboratoire de Psychologie de l'Université de Nice

Participant : Anne Pellegrin.

Suite à la soutenance de thèse d'Anne Pellegrin, une collaboration a été mise en place avec Thierry Baccino, professeur à l'Université de Nice et directeur du laboratoire de Psychologie Expérimentale et Quantitative. L'objectif de cette collaboration est la mise au point de nouvelles expériences concernant le traitement des représentations graphiques, en utilisant un dispositif d'enregistrement des mouvements oculaires.

7.2.12 Collaboration avec le projet Xyleme

Participant : Willemien Visser.

Nous avons effectué une évaluation ergonomique [55] de l'interface graphique de construction de requêtes sur XYLEME réalisée par Gregory Corona.

7.2.13 Collaboration avec l'avant-projet I3D

Participant : Jean-Marie Burkhardt.

Une collaboration a démarré cette année avec Anatole Lecuyer et Sabine 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

CHI'2000 (ACM International Conference on Computer-Human Interaction), April 1-6, 2000, The Hague, The Netherlands, Co-chair for "Short talks and interactive posters" : F. Détienne ; Co-chair for "Student posters" : W. Visser.

COOP 2000 (Conference on the Design of Cooperative Systems), 23-26 Mai 2000, Sophia Antipolis : Co-chair for Posters : F. Darses.

Workshop "Analysing and modelling collective design", COOP 2000, 23 Mai 2000, Sophia Antipolis : Comité d'organisation : F. Darses, W. Visser.

Journée Technique du PRECI de l'UTBM (Université Technologique de Belfort-Montbéliard) Capitalisation des Connaissances, 2 mars 2000, Belfort. Co-organisation : F. Darses.

8.1.2 Comité éditorial de journaux

Le Travail Humain : A. Bisseret et P. Falzon sont membres du comité de lecture. F. Darses a effectué des expertises d'articles.

International Journal of Cognitive ergonomics : P. Falzon est membre du comité de lecture.

Ergonomics : P. Falzon est membre du comité de lecture.

Theoretical Issues in Ergonomic Science (TIES) : P. Falzon est membre du comité de lecture.

Revue Informations InCognito, revue trimestrielle en sciences cognitives de langue française : M. Bétrancourt et A. Pellegrin sont membres du comité de lecture et du comité de rédaction.

International Journal of Human Computer Studies (IJHCS) : M. Cerf et F. Détienne ont effectué des expertises d'articles.

Cognition, Work and Technology : F. Darses a effectué des expertises d'articles.

Concurrent Engineering: research and applications (Ed. L. Blessing) : F. Darses a effectué des expertises d'articles.

Safety Science (Numéro Spécial, Ed. E. Fadier) : F. Darses a effectué des expertises d'articles.

8.1.3 Comité éditorial de conférences

ECCE'10 (Tenth European Conference on Cognitive Ergonomics), August 21-23, 2000, Linköping, Sweden. Membres du comité de programme : J-M. Burkhardt, F. Darses, F. Détienne.

COOP 2000 (Conference on the Design of Cooperative Systems), 23-26 Mai 2000, Sophia Antipolis. Membres du comité de programme : F. Darses, P. Falzon

IC 2000 (Ingénierie des Connaissances), 23-25 Mai, Toulouse, France. Membre du comité de programme : F. Darses.

ERGO-IHM 2000 (Ergonomie et Informatique Avancée, Interaction Homme-Machine), 3-6 Octobre, Biarritz. Membre du comité de programme : A. Bisseret

HCI 2000 (Human Computer Interaction International Conference), Sept 5-8, 2000, University of Sunderland, UK. Membre du comité de programme : J-M Burkhardt, W. Visser.

VRIC 2000 (Virtual Reality International Conference), May 18-19, 2000. Membre du comité de programme : J-M Burkhardt.

VR'01 (Second International conference on Visual and Spatial Reasoning in Design), Bellapio, Italy, 17-19 July 2001 : Membre du comité de programme : W. Visser.

INTERACT 2001 (Eight IFIP Conference on Human-Computer Interaction), July 9-13 2001, Tokyo, Japan. Membre du Comité de programme : F. Détienne.

8.1.4 Autres activités d'expertise

F. Détienne est membre du "Commissioning Panel" du programme de recherche "People at the Centre of Communication and Information Technologies (PACCIT)" lancé par "UK Economic and Social Research Council (ESRC)" et "Engineering and Physical Sciences Research Council (EPSRC)".

F. Détienne est membre du groupe de réflexion "Nouvelles technologies et sciences cognitives" dans le cadre de l'Action Concertée Incitative Cognitive du MENRT et membre du comité de suivi des projets en cours de définition sélectionnés sur le thème "Nouvelles technologies".

F. Détienne a été rapporteur et membre du jury pour les thèses suivantes :

- Retkowsky, F. A cognitive Approach to supporting Software Reuse. D. Phil. University of Sussex, UK. April 26 2000.
- Sauvagnac, C. La construction de connaissances par l'utilisation et la conception de procédures. Contribution au cadre théorique des activités métafonctionnelles. Thèse d'Ergonomie, CNAM, 30 Mai 2000.

- Buratto, F. Prescriptions des méthodes fonctionnelles et activité collective de conception. Cas de la conception de processus dynamiques. Thèse d'Ergonomie, Université Paul Sabatier de Toulouse, 5 octobre 2000.

F. Darses est membre du comité d'animation du réseau PROSPER (Programme Systèmes de Production du CNRS) dirigé par R. Soenen.

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 RNRT.

8.1.5 Sociétés savantes

ARC (Association pour la Recherche Cognitive). Membres : A. Bisseret, F. Détienne, W. Visser.

EACE (European Association of Cognitive Ergonomics). Bureau exécutif : F. Détienne (responsable des affaires légales) ; Chargée des affaires légales : F. Détienne ; Membres : A. Bisseret, J-M Burkhardt, F. Darses, W. Visser.

IEA (International Ergonomics Association). Secrétaire général : P. Falzon.

SELF (Société d'Ergonomie de Langue Française). Vice-présidents : A. Bisseret, P. Falzon ; Membres : J-M. Burkhardt, F. Darses

SFP (Société Française de Psychologie). Vice-président : A. Bisseret.

Association des jeunes chercheurs en Sciences Cognitive de Grenoble, InCognito.). Membres : M. Bétrancourt , A. Pellegrin.

8.2 Enseignement universitaire

Au titre de son poste de professeur au CNAM, P. Falzon dispense des cours d'Ergonomie. P. Falzon est (CNAM en association avec l'EPHE et l'Université de Toulouse) est titulaire du seul DEA d'Ergonomie existant en France.

Au titre de son poste de maître de conférence au CNAM, F. Darses a enseigné le cours magistral intitulé "Introduction à l'ergonomie cognitive" et est intervenu dans le DEA d'Ergonomie.

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.

De plus, les enseignements suivants ont été dispensés par les membres du projet Eiffel :

- Ecole des Mines de Nantes, 4 ème année, options GSI/GL : J-M Burkhardt (12h), F. Détienne (18h).
- DEUG et licence, Département de Psychologie, Université de REIMS : P. Bougé (48h).
- DESS Communication Homme-Machine, Université d'Avignon : J-M Burkhardt (12h).
- Filière informatique et Communication Numérique, ISTM : J-M Burkhardt (8h).
- 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 ; Eiffel laboratoire d'accueil.
- DEA d'Ergonomie, CNAM-EPHE-Université de Toulouse Le Mirail. Co-responsable du module de cours "Les activités de conception" : F. Détienne ; Cours : F. Détienne (2h), W. Visser (2h) ; Eiffel laboratoire d'accueil.
- DESS Ingénierie de la formation, Université de Clermont Ferrand : A. Pellegrin (12h).
- CNAM, Enseignements dirigés liés au cours d'Ergonomie cognitive B6 du CNAM : C. Compagnon.
- ENSAM, Cours sur Conception de Produits Nouveaux : F. Darses (3h).

8.3 Conférences invitées

Journées de la recherche SNCF "Construire l'@venir", communication invitée : la simulation pour améliorer l'efficacité individuelle et collective. 18-19 octobre 2000. J-M Burkhardt

The standard of evidence - PPIG in CS. Opening Panel at PPIG12 (Workshop on Psychology of Programming), 10-13 Avril 2000. Coligliano Calabria. Italie. F. Détienne.

Séminaire pour la Journée "NTIC et apprentissage", organisée par la formation doctorale de Psychologie cognitive, Université de Rennes. Mai 2000, Communication invitée : "Animations et présentations dynamiques sur ordinateur : quels enjeux pour l'apprentissage?" M. Bétrancourt.

Symposium de l'IEA (International Ergonomics Association) Cognitive Ergonomics : Directions of the Future. San Diego, US, 30 July - 4 August. Communication invitée : Enhancing the applicability of approaches to the design of cognitive working systems. F. Darses.

Séminaire de Didactique des Disciplines Technologiques, ENS Cachan, Communication invitée : Que sait-on des processus cognitifs de conception? janvier 2000. F. Darses.

8.4 Participation à des colloques, séminaires, invitations

Les membres du projet Eiffel ont participé aux colloques internationaux suivants :

- ICTTP (International Conference in Traffic and Transport Psychology), Berne, Suisse, 4-7 Septembre 2000 : S. Chalmé (communication), W. Visser (participation)
- XXVII International Congress of Psychology, Stockholm, Suède, 23-28 Juillet 2000 : S. Chalmé (communication)
- AAAI 2000 Spring Symposium Smart Graphics (pp 53-60), 20-22 March 2000, Stanford, CA, USA. Communication : M. Bétrancourt, A. Pellegrin.
- 2nd Conference IFAC/IFIP/IEEE conference on Management and Control of Production and Logistics, (MCPL'2000), 5-8 July 2000, Grenoble, France. Participation : M. Bétrancourt, A. Pellegrin.
- Meeting of the Society for Text and Discourse, 20-22 July 2000, Lyon, France. Communication : M. Bétrancourt, A. Pellegrin ; Participation : P. Bougé.
- ERGO-IMH'2000, Ergonomie, Informatique Avancée et Interaction Homme-Machine, du 3 au 6 Octobre 2000, Biarritz, France. Participation : M. Bétrancourt , A. Bisseret.
- Tenth European Conference on Cognitive Ergonomics, ECCE 10 : Confronting Reality, Linköping, Sweden, 21-23 August, 2000 : Communication : F. Détienne et W. Visser
- Twelfth Workshop of the Psychology of Programming Interest Group, PPIG2000, 10-13 April 2000, Corigliano Calabro, Cosenza, Italy : Communication : F. Détienne et W. Visser
- Analysing and modelling collective design, Workshop of the COOP 2000 conference, 23 Mai 2000, Sophia Antipolis : Coordination : F. Darses ; Communication : M. Cerf, F. Détienne, G. Martin.
- COOP 2000 conference, 23 Mai 2000, Sophia Antipolis. Communication affichée : F. Détienne, G. Martin.
- CE'2000, 18 juillet 2000, Lyon, France. Communication : F. Détienne, G. Martin.
- IDMMME'2000-forum 2000SCGM/CSME, Troisième Conférence Internationale sur la Conception et la Fabrication Intégrées en Mécanique, 17 mai 2000, Montréal, Canada. Communication : F. Détienne, G. Martin.

Les membres du projet Eiffel ont participé à des colloques nationaux :

- Colloque "Internet mobile : modes et réalités", Institut National des Télécommunications Evry, 27 avril 2000. Communication : S. Chalmé
- XXXVème congrès de la SELF. Toulouse :20-22 septembre 1999. Communication : C. Compagnon ; Participation : C. Sauvagnac

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

- Journée de l'ISCC (Institut des Sciences Cognitives et de la Communication) : 3^{ème} journée d'étude "apprentissage", 25 février 2000 : J-M Burkhardt (participation)
- Atelier Réalité Virtuelle et Cognition, 11 septembre 2000, Paris ENST : J-M Burkhardt (Participation)
- Journées du Réseau de Sciences Cognitives d'Ile-de-France, Paris, 20 et 21 octobre, "Aspects cognitifs de la planification d'itinéraires urbains - Stratégies de résolution" : S. Chalmé (communication affichée)
- Journées de présentation des projets de recherche CNRS-Industrie, programme de recherche Prosper du CNRS "systèmes de production" : Gestion des connaissances, coopération, méthodologies de recherche interdisciplinaires. 7-8 Juin 2000, Toulouse. F. Détienne (communication)
- Journée d'information "Quels futurs pour la conduite et la route automatisée?", LARA, Paris, 20 juin 2000 : S. Chalmé (participation)
- Séminaire CHMAC "Coopération Homme-Machine pour l'Assistance à la Conduite automobile", les 4 Avril et 22-23 Mai 2000 : S. Chalmé (participation)
- Groupe de pilotage de la thèse de G. Martin, Aérospatiale-Matra Toulouse :
- Les réunions de conception en ingénierie concourante, 16 février 2000, G. Martin (communication), F. Détienne (participation)
 - Retour d'expérience sur les activités distribuées et collectives en Concurrent Engineering, 28 juin 2000, G. Martin (communication) F. Détienne (participation)
 - Réunion des responsables du bureau d'étude de Aérospatiale-Matra Toulouse "Retour d'expérience sur les activités distribuées et collectives en Concurrent Engineering", le 30 juin 2000, G. Martin (communication)
 - Présentation du projet Eiffel, ECOO, Loria, 21 septembre 2000, F. Détienne (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] A. BISSERET, S. SEBILLOTTE, P. FALZON, *Techniques pratiques pour l'étude des activités expertes*, Octarès Éditions, 1999, 155 pages.
- [2] M. BÉTRANCOURT, A. BISSERET, « Integrating textual and pictorial information via pop-up windows: an experimental study », *in: Behavior and Information Technology*, 17 (5), p. 263-273, 1998.

- [3] J.-M. BURKHARDT, F. DÉTIENNE, S. WIEDENBECK, «Mental Representations constructed by experts and novices in object-oriented program comprehension», *in: INTERACT'97*, Sydney, Australie, 14-18 Juillet 1997.
- [4] F. DARSEES, «L'ingénierie concourante: Un modèle en meilleure adéquation avec les processus cognitifs en conception», *in: Ingénierie Concourante. De la technique au social*, P. L. E. P. Brossard, C. Chanchevriér (éditeur), Paris: Economica, 1997.
- [5] F. DÉTIENNE, R. RIST, «Special issue on " Empirical Studies of Object-Oriented design and Reuse "», *in: Human-Computer Interaction Journal*, 10 (2 et 3), 1995.
- [6] F. DÉTIENNE, *Génie Logiciel et Psychologie de la Programmation, Collection "cognition, communication, calcul"*, Editions Hermès, 1998, 184 pages.
- [7] P. N. ROBILLARD, P. D'ASTOUS, F. DÉTIENNE, W. VISSER, «Measuring cognitive activities in software engineering», *in: Proceedings of ICSE98, 20th International Conference on Software Engineering*, Kyoto, Japon, 19-25 Avril 1998.
- [8] W. VISSER, «Use of episodic knowledge and information in design problem solving», *Design Studies* 16 (2), 1995, p. 171-187, also in: Cross, N., Christiaans, H., and Dorst, K. (Eds.) (1996). *Analysing design activity* (Ch. 13, p. 271-289). Chichester: Wiley.
- [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, n° spécial " Raisonnement à partir de cas "*, 13, RaPC, 1999, p. 129-154.

Thèses et habilitations à diriger des recherches

- [10] L. NICOLAS, *L'activité de simulation dans l'analyse fonctionnelle : vers des outils anthropocentrés pour la conception de produit automobile*, Doctorat d'ergonomie, Paris: CNAM, 2000.
- [11] A. PELLEGRIN, *Traitement cognitif des présentations graphiques synoptiques. Thèse soutenue pour l'obtention du doctorat en Sciences Cognitives*, thèse de doctorat, Institut National Polytechnique de Grenoble, Mai 2000.
- [12] C. SAUVAGNAC, *La construction de connaissances par l'utilisation et la conception de procédures*, Doctorat d'ergonomie, Paris, CNAM, 2000.

Articles et chapitres de livre

- [13] M. BÉTRANCOURT, S. CARO, «Ergonomie des documents numériques», *in: Volume consacré aux documents numériques*, sous la direction de J. André (éditeur), Techniques pour l'Ingénieur (TPI), à paraître.
- [14] M. BÉTRANCOURT, A. PELLEGRIN, L. TARDIF, «Using a Spatial Display to Represent the Temporal Structure of Multimedia Documents», *in: Spatial Cognition*, S. O'Nuallain (Ed.), Pays Bas, à paraître.
- [15] M. BÉTRANCOURT, B. TVERSKY, «Effect of computer animation on users'performance: a review», *Le travail Humain* 63, 3, 2000, p. 311-330.

- [16] S. CHALMÉ, M. DENIS, X. BRIFFAULT, F. GAUNET, F. NATHAN, «Aides verbales à la navigation automobile : l'impact des instructions directionnelles sur le comportement d'un pilote à l'approche de carrefours», *Le Travail Humain* 63, 3, 2000, p. 353–376.
- [17] F. DARSE, «Optimising the continuous design of production systems: a challenge for participative design», *Human Factors in Ergonomics and Manufacturing*, à paraître.
- [18] F. DÉTIENNE, J.-M. BURKHARDT, «Des aspects d'ergonomie cognitive dans la réutilisation en génie logiciel», *Revue TSI* 20, 4, à paraître.
- [19] 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, Paris, à paraître.
- [20] L. HEMIDY, M. CERF, «Managing change in advisory services: controlling the dynamics of resource transformation and use», in: *Cow up a tree: knowing and learning processes in agricultures of industrialised countries*, INRA Editions, Paris, à paraître.
- [21] 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.
- [22] C. MUNDUTEGUY, F. DARSE, «Approches ergonomiques du travail collectif dans les systèmes socio-techniques», in: *Facteurs de transgression d'un mode de coopération prescrit par l'organisation pour un mode de coopération adapté à résoudre*, édition Octarès, T. H. Benchekroun, A. Weill-Fassina (Eds), Toulouse, 2000.
- [23] C. SAUVAGNAC, P. FALZON, R. LEBLOND, «La mémoire organisationnelle: reconstruction du passé, construction du futur», in: *Ingénierie des connaissances: évolutions récentes et nouveaux défis*, Eyrolles, Paris, 2000.
- [24] C. SAUVAGNAC, P. FALZON, «Garder les traces de la prise de décision: du compte rendu au savoir organisationnel», *Le Travail Humain* 63, 3, 2000, p. 259–276.

Communications à des congrès, colloques, etc.

- [25] «Analysing and Modelling Collective Design Activities», in: *Proceedings of COOP 2000*, L. Blesing, C. Brassac, F. Darses, W. Visser (éditeurs), Sophia-Antipolis, France, 22 Mai 2000.
- [26] M. BÉTRANCOURT, «Comparaison expérimentale de deux formalismes de description de la structure temporelle des documents multimédia», in: *Actes du colloque Ergonomie, Informatique Avancée et Interaction Homme-Machine, ERGO-IHM'2000*, Biarritz, 3 - 6 Octobre 2000.
- [27] M. BÉTRANCOURT, «Constraint-based versus tree structure formalisms for designing temporized multimedia documents», in: *to appear in Proceedings of the 2nd Conference IFAC/IFIP/IEEE conference on Management and Control of Production and Logistics, (MCPL'2000)*, Grenoble, France, 5-8 Juillet 2000.
- [28] 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, 3-7 Avril 2000.

- [29] S. CHALMÉ, X. BRIFFAULT, M. DENIS, F. GAUNET, «The processing of advance information on intersections by car drivers: A driving simulator experiment», *in: XXVII International Congress of Psychology*, Stockholm, Suède, 23-28 July 2000.
- [30] S. CHALMÉ, W. VISSER, M. DENIS, «Aspects cognitifs de la planification d'itinéraires urbains - Les stratégies de planification. Communication affichée», *in: Journées du Réseau des Sciences Cognitives d'Ile-de-France*, Paris, 20-21 Octobre 2000.
- [31] S. CHALMÉ, W. VISSER, M. DENIS, «Cognitive aspects of urban route planning», *in: ICTTP 2000*, Berne, Suisse, 6-7 Septembre 2000.
- [32] C. COMPAGNON, M. CERF, «Utiliser et engendrer des communications pour aider à construire la tâche et organiser le travail lors d'un changement d'activité: le cas du conseil en agriculture», *in: Actes du XXXVème congrès de la SELF*, p. 354-362, Toulouse, 20-22 Septembre 2000.
- [33] F. DARSE, F. DÉTIENNE, P. FALZON, W. VISSER, «A method for analysing collective design processes», *in: Tenth European Conference on Cognitive Ergonomics, ECCE 10: Confronting Reality*, Linköping, Suède, 21-23 Août 2000.
- [34] F. DARSE, I. MARTY, «Traçabilité des décisions dans un grand projet urbain: quels enjeux pour la maîtrise d'ouvrage?», *in: Actes de la journée technique du PréCI, UTBM*, Belfort, 2 Mars 2000.
- [35] F. DARSE, «Enhancing the applicability of approaches to the design of cognitive working systems», *in: Actes du Congrès Triennal de l'International Ergonomics Association (IEA)*, San Diego, USA, 30 Juillet - 4 Août 2000.
- [36] P. D'ASTOUS, F. DÉTIENNE, W. VISSER, P. ROBILLARD, «On the use of functional and interactional approaches for the analysis of technical review meetings», *in: Twelfth Workshop of the Psychology of Programming Interest Group, PPIG2000*, Corigliano Calabro, Cosenza, Italie, 10-13 Avril 2000.
- [37] S. DUSIRE, C. MUNDUTÉGUY, «Intent recognition and situation awareness in transport activities», *in: Proceedings of the International Ergonomics Association (IEA) Triennial Congress*, San Diego, USA, 30 Juillet - 4 Août 2000.
- [38] P. FALZON, «Ergonomics and customer-operator interactions», *in: Proceedings of the International Ergonomics Association (IEA)*, San Diego, USA, 30 Juillet - 4 Août 2000.
- [39] A. LECUYER, J. M. BURKHARDT, S. COQUILLART, P. COIFFET, «Frontiers of Illusion: an Experiment of Sensory Integration with a Pseudo-Haptic System», *in: In IEEE Virtual Reality Conference*, IEEE press, Yokohama, Japon, 13-17 Mars 2000. à paraître.
- [40] G. MARTIN, F. DÉTIENNE, E. LAVIGNE, «Confrontation de points de vue dans un processus d'ingénierie concurrente», *in: IDMME'2000-forum 2000SCGM/CSME troisième conférence internationale sur la conception et la fabrication intégrées en mécanique*, Montréal, Canada, 17-19 Mai 2000.
- [41] G. MARTIN, F. DÉTIENNE, E. LAVIGNE, «Confrontation of points of view: an empirical study conducted on a Concurrent Engineering process», *in: Communication affichée, COOP 2000*, Sophia Antipolis, France, 24-26 Mai 2000.

- [42] G. MARTIN, F. DÉTIENNE, E. LAVIGNE, «An ergonomic study on the design process in Concurrent Engineering», *in: Workshop 3 "Analysing and modelling Collective design": COOP'2000*, Sophia Antipolis, France, 23 Mai 2000.
- [43] G. MARTIN, F. DÉTIENNE, E. LAVIGNE, «Negotiation in collaborative assessment of design solutions: an empirical study on a Concurrent Engineering process», *in: CE'2000, International Conference on Concurrent Engineering*, Lyon, France, 17-20 Juillet 2000.
- [44] J. B. MORRISON, B. TVERSKY, M. BÉTRANCOURT, «Animation: Does it facilitate learning?», *in: Proceedings of the AAAI 2000 Spring Symposium Smart Graphics*, Stanford, CA, USA, 20-22 Mars 2000.
- [45] A. PELLEGRIN, M. BÉTRANCOURT, «How spatial arrangement in table can improve readers cognitive processing?», *in: Proceedings of the AAAI 2000 Spring Symposium Smart Graphics, AAAI 2000 Spring Symposium*, p. 156–161, Stanford, CA, USA, 20-22 Mars 2000.
- [46] A. PELLEGRIN, M. BÉTRANCOURT, «Spatial arrangement in tables: the influence on reader's mental representation», *in: In Proceedings of the Tenth Annual Meeting of the Society for Text and Discourse 2000*, p. 174–175, Lyon, France, 19-21 Juillet 2000.
- [47] A. PELLEGRIN, «Eye movement analysis to improve graphics design», *in: In Proceedings of MCPL'2000, Conference on Management and Control of Production and Logistics*, Grenoble, France, 5-8 Juillet 2000.
- [48] R. TEULIER, M. CERF, «Modelling collective design in heterogeneous human networks at organisational level: a dynamic descriptive method», *in: Workshop 3 "Analysing and modelling Collective design": COOP'2000*, Mai 2000.

Rapports de recherche et publications internes

- [49] P. BOUGÉ, D. DENEUX, J. EUZENAT, C. LERCH, J.-P. BARTHES, M. TOLLENAERE, «Localisation des connaissances dans les systèmes de production: approches multiples pour différents types de connaissances», *rapport de recherche*, Rapport Prosper CNRS "systèmes de production". Journées de présentation des projets de recherche CNRS-Industrie, programme de recherche Prosper du CNRS "systèmes de production": Gestion des connaissances, coopération, méthodologies de recherche interdisciplinaires, 7-8 Juin 2000.
- [50] P. BOUGÉ, «La gestion et la récupération de connaissances épisodiques», *rapport de recherche*, Rapport ANRT, 2000.
- [51] G. COPPIN, F. DÉTIENNE, P. BOUGÉ, G. LECONTE, «Méthodes d'acquisition des connaissances pour la gestion des systèmes de production», *rapport de recherche*, Rapport Prosper CNRS "systèmes de production". Journées de présentation des projets de recherche CNRS-Industrie, programme de recherche Prosper du CNRS "systèmes de production": Gestion des connaissances, coopération, méthodologies de recherche interdisciplinaires, 7-8 Juin 2000.
- [52] F. DARSEZ, J.-B. DELABIE, «A partir de quelles représentations des opérateurs les concepteurs du groupe technique conçoivent-ils?», *rapport de recherche*, Rapport technique, Laboratoire d'Ergonomie, CNAM, 2000.
- [53] S. DUSIRE, «Prescription d'itinéraires: stratégies utilisées par des "expliquants», *rapport de recherche*, Rapport EIFFEL. Projet PLANS, " Etude de la planification de parcours en ville ", Action Concertée Cognitive "Cognition Spatiale", 2000.

-
- [54] I. MARTY, «Traçabilité des décisions collectives dans les grands projets : apport de l'ergonomie», *rapport de recherche*, Rapport intermédiaire RNRT, 2000.
- [55] W. VISSER, «Ergonomie de l'interface de construction de requête XYLEME conçue et développée par Grégory Corona», *rapport de recherche*, Note technique, 2000.