

*Action EIFFEL**Cognition et coopération en conception**Rocquencourt*

THÈME 3A



*R*apport
d'Activité

1999

Table des matières

1	Composition de l'équipe	3
2	Présentation et objectifs généraux	4
3	Fondements scientifiques	7
4	Domaines d'applications	7
5	Résultats nouveaux	8
5.1	Le processus de conception	8
5.1.1	Méthodologie d'analyse de réunions de conception	8
5.1.2	Le processus de conception collective en ingénierie concourante	9
5.1.3	La planification d'itinéraires	10
5.1.4	Conception de logiciel	11
5.2	L'évaluation dans la conception	12
5.2.1	Méthodologie d'évaluation en conception collective	12
5.2.2	Confrontation des savoirs et intégration des points de vue en conception collective	13
5.3	La réutilisation dans la conception	14
5.3.1	Axe rétrospectif de la réutilisation	14
5.3.2	Axe prospectif/rétrospectif	16
6	Contrats industriels (nationaux, européens et internationaux)	17
6.1	Convention Aérospatiale Aéronautique	17
6.2	Convention Dassault Systèmes	17
7	Actions régionales, nationales et internationales	17
7.1	Collaborations internationales	17
7.1.1	Collaborations franco-nord-américaines	17
7.2	Collaborations nationales	17
7.2.1	Programme PROSPER, Systèmes de Production, CNRS	17
7.2.2	Programme GIS Sciences de la Cognition "Conception et Cognition"	18
7.2.3	La Route Automatisée	18
7.2.4	Action Concertée Cognitive "Cognition Spatiale"	18
8	Diffusion de résultats	18
8.1	Animation de la communauté scientifique	18
8.1.1	Organisation de manifestations scientifiques	18
8.1.2	Comité éditorial de journaux	18
8.1.3	Comité éditorial de conférences	18
8.1.4	Autres activités d'expertise	19
8.1.5	Sociétés savantes	19
8.2	Enseignement universitaire	19

8.3	Conférences invitées	20
8.4	Participation à des colloques, séminaires, invitations	20
9	Bibliographie	23

1 Composition de l'équipe

Responsable scientifique

Françoise Détienne [DR, INRIA]

Personnel INRIA

Willemien Visser [CR]

Assistante de projet

Laurence Bourcier [AJT, INRIA (temps partagé)]

Collaborateur extérieur

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

Chercheur invité

Susan Wiedenbeck [professeur à l'Université de Nebraska]

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]

Géraldine Martin [convention CIFRE INRIA-Aérospatiale Matra Airbus, en thèse d'Ergonomie au CNAM]

Stagiaires

Matthieu Grall [stage de DEA, DEA de Sciences Cognitives à l'Université Paris-Sud XI, Avril-Septembre]

Cyril Sabary [stage d'ingénieur, DIAM-IUSPIM, Marseille, mois de Juin]

Daniel Perez [stage d'ingénieur, DIAM-IUSPIM, Marseille, mois de Juin]

2 Présentation et objectifs généraux

Mots clés : ergonomie cognitive, psychologie cognitive, conception individuelle, conception collective, résolution de problème, raisonnement, coopération, réutilisation, récupération de connaissances, compréhension, planification, co-conception, conception distribuée, points de vue, psychologie de la programmation.

Résumé : *L'objectif de l'action EIFFEL est la compréhension des activités de conception, aussi bien individuelles que collectives. L'objectif applicatif 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 entreprises et aux différents acteurs de la conception. Nos objectifs opérationnels se déclinent autour de trois axes : (1) le processus de conception, (2) l'évaluation dans la conception, (3) la réutilisation dans la conception.*

L'objectif de l'action EIFFEL est la compréhension des activités de conception, aussi bien individuelles que collectives. L'objectif applicatif 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 entreprises et aux différents acteurs¹ de la conception. L'action EIFFEL collabore étroitement avec l'action AIRELLE et le laboratoire d'Ergonomie du CNAM en vue de la constitution d'un projet commun.

Les spécificités des tâches de conception sont assez bien connues ([FBB⁺90,GP92,NS72,VH90]):

- 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").

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.

[FBB⁺90] P. FALZON, A. BISSERET, N. BONNARDEL, F. DARSEZ, F. DÉTIENNE, W. VISSER, « Les activités de conception: l'approche de l'ergonomie cognitive », in : *Actes du Colloque Recherches sur le design. Incitations, implications, interactions*, Compiègne, 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 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.

L'étude des raisonnements de conception a été menée traditionnellement dans le cadre des études sur les activités individuelles de résolution de problèmes. Cette problématique a évolué ces dix dernières années en réponse à l'évolution des situations de conception en milieu industriel où les enjeux d'assistance au travail collectif sont devenus cruciaux. 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 réutilisation de connaissances dans la conception.

La méthodologie dans la conduite des projets de conception est, à ce titre, 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, et plus particulièrement de la Psychologie et de l'Ergonomie Cognitives, dans la maîtrise des processus de conception et dans la réduction des coûts, est reconnu comme essentiel.

Au niveau individuel, l'assistance aux mécanismes de conception nécessite de s'appuyer sur des modèles cognitifs des raisonnements mis en oeuvre dans la conception. C'est le seul moyen de s'assurer de la compatibilité entre, d'une part, les processus et représentations des concepteurs et, d'autre part, les caractéristiques des méthodes et outils de conception. On reconnaît là un des principes de base de la démarche ergonomique, qui vise à adapter le travail à l'opérateur humain.

Au niveau collectif, l'assistance à la coopération inter-métiers et intra-métiers, via des outils (e.g., CFAO, BC, systèmes argumentatifs) et méthodes (e.g., ingénierie concurrente, logique de conception) présente un enjeu économique considérable pour les futurs systèmes de conception. Pour spécifier cette assistance, il faut se baser sur :

- des modèles cognitifs des mécanismes coopératifs mis en jeu dans les situations de concep-

tion. Certains mécanismes visent à assurer la coordination temporelle et opératoire des activités de conception (synchronisation opérative) alors que d'autres visent à construire des représentations partagées des objets de conception et des procédures de conception et d'évaluation (notamment synchronisation cognitive et construction des critères d'évaluation de solutions) ;

- des modèles cognitifs des mécanismes de réutilisation dans la conception (e.g., mécanismes de récupération et d'exploitation des connaissances) et des conditions de la réutilisation effective ;
- des modèles cognitifs de la dynamique des raisonnements collectifs (e.g., négociation, argumentation).

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

Axe 1 : Le processus de conception

Le processus de conception, tant au niveau individuel que collectif, est guidé, sinon contraint, par des méthodologies de conception qui prescrivent les phases de conception et leur ordonnancement temporel. Nos études visent à modéliser le processus de conception, individuelle et collective. Nos thèmes actuels de recherche sont les raisonnements dans la conception individuelle, et le processus de conception collective, notamment la conception distribuée et la co-conception en ingénierie concourante. D'un point de vue méthodologique, nous développons une méthodologie d'analyse de réunions de conception. Un objectif applicatif est d'évaluer et de spécifier les méthodologies de conception afin d'améliorer leur utilisabilité.

Axe 2 : L'évaluation dans la conception

L'évaluation est un processus qui est au coeur de la coopération inter-métiers dans les nouvelles organisations de conception. Nos études visent à modéliser ces processus coopératifs. Nos thèmes actuels de recherche ont trait aux activités collectives dans la mise en oeuvre de méthodes d'évaluation et aux mécanismes mis en jeu dans la confrontation et l'intégration des points de vue. Nous nous centrons notamment sur les activités de nature argumentative. Un objectif applicatif est d'évaluer et de spécifier les outils d'évaluation.

Axe 3 : La réutilisation dans la conception

La capitalisation et la réutilisation des connaissances de conception deviennent un enjeu de plus en plus vital pour les entreprises. Nos études visent à modéliser les processus cognitifs mis en oeuvre dans la réutilisation, aussi bien selon un axe prospectif que rétrospectif. Selon un axe prospectif, nos thèmes actuels de recherche concernent les caractéristiques du contenu et de l'organisation des connaissances réutilisables en conception. Selon un axe rétrospectif, nos thèmes actuels de recherche sont les mécanismes cognitifs de récupération, compréhension et exploitation de connaissances réutilisables dans un contexte de conception. Plus généralement, ces recherches s'inscrivent dans la thématique de la mémoire organisationnelle. Un objectif

applicatif est d'évaluer et de spécifier des méthodologies et outils pour assister la réutilisation en conception.

3 Fondements scientifiques

Mots clés : ergonomie cognitive, psychologie cognitive.

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 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. 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.

4 Domaines d'applications

Mots clés : conception mécanique et aéronautique, conception de logiciel, conception de systèmes embarqués.

Les champs applicatifs de nos recherches concernent :

- la conception mécanique et aéronautique
 - modèle du processus de conception (modèles hiérarchiques, analyse fonctionnelle, ingénierie concourante)
 - environnements de conception (outils CFAO, bases de connaissances réutilisables de conception)
- la conception de logiciel
 - modèle du processus de conception et méthodes de conception (modèles hiérarchiques, méthodes de programmation orientée-objet)
 - environnements de conception (environnement de programmation, bases de connaissances de conception, outils d'assistance à la collaboration, e.g., systèmes d'argumentation)
- la conception de systèmes embarqués

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

- systèmes d'aide au déplacement, e.g., conduite automobile

5 Résultats nouveaux

5.1 Le processus de conception

Résumé : *Les modèles du processus de conception prescrivent quelles sont les phases de conception et leur organisation temporelle. Sur ces modèles sont basés des méthodes et outils de conception qui vont guider l'organisation de l'activité de conception et les stratégies de conception, au niveau individuel et/ou au niveau collectif: par exemple, les méthodes hiérarchiques descendantes de conception, la méthodologie de programmation orientée-objet (OO) ou encore des outils de conception collective basés sur des modèles de processus en ingénierie concurrente. L'étude des activités réelles des concepteurs dans des situations de conception, individuelle ou collective, offre une base empirique pour l'évaluation des méthodes de conception, ou pour la spécification de méthodes quand celles-ci font défaut. Sous cet axe, nos travaux actuels portent sur le processus de conception collective, notamment la conception distribuée et la co-conception en ingénierie concurrente, et sur les processus cognitifs impliqués dans la conception individuelle, notamment la conception d'itinéraires, et la conception de logiciel. De plus, nous avons commencé une réflexion méthodologique sur l'analyse des réunions de conception.*

5.1.1 Méthodologie d'analyse de réunions de conception

Participants : Françoise Détienne, Willemien Visser.

La majorité des projets de conception industriels sont traités en équipe. Pourtant les études empiriques sur la conception collective sont encore récentes [11]. Dans cette organisation collective de la conception, les réunions sont un lieu privilégié pour l'avancement des projets. Actuellement, nous ne disposons que de peu d'outils méthodologiques d'analyse de réunion de conception. Les méthodes actuelles en Psychologie cognitive s'appliquent à l'analyse de protocoles individuels de conception, mais pas aux situations de groupe. Les linguistes ont développé des méthodes d'analyse de dialogues qui n'ont pas prévu les concepts nécessaires pour rendre compte des situations de travail, e.g., des réunions finalisées par une tâche collective comme la conception. Il y a donc un réel besoin méthodologique pour rendre compte de l'activité mise en oeuvre dans ce type de situation.

Nous menons une réflexion méthodologique sur l'analyse des réunions de conception, notamment de co-conception [15]. Cette réflexion est menée en collaboration avec le laboratoire d'Ergonomie du CNAM. Des problèmes méthodologiques, relatifs à différentes phases d'analyse, ont été identifiés: (1) l'identification d'unités de codage inférieures aux tours de paroles; (2) le développement d'un schème de codage: étapes dans la définition d'un schème de codage, prise en compte du niveau argumentatif, résolution des ambiguïtés sémantiques; (3) la mise en évidence des mouvements de coopération: regroupement des unités de codage, formalisation des mouvements de coopération, prise en compte de l'argumentation, inférence des unités

manquantes, réorganisation des séquences. Ces différents points sont discutés relativement à deux protocoles de réunions de conception : conception de réseau et conception de logiciel. Notre objectif, à plus long terme, est de développer une méthodologie d'analyse qui puisse s'appliquer à toute situation de conception collective.

5.1.2 Le processus de conception collective en ingénierie concourante

Participants : Françoise Détienne, Géraldine Martin.

Un enjeu majeur de la modernisation des entreprises est de créer de nouvelles organisations de conception qui prennent en compte le caractère collectif du travail, le décloisonnement des différents métiers. Le nouveau modèle du processus de conception en ingénierie concourante s'inscrit dans cette démarche. Pour mieux maîtriser les coûts, la qualité et les délais dans la conception de produits, cette nouvelle approche organisationnelle est de plus en plus empruntée : son objectif est de favoriser "la conception simultanée et intégrée des produits et de leurs méthodes et procédés de fabrication associés ainsi que de la logistique de soutien nécessaire à l'exploitation de ces produits par leur utilisateur final" [Bos97]. Les différents métiers de la conception (e.g., structure, systèmes électriques, systèmes hydrauliques) et de la fabrication qui, traditionnellement, intervenaient de façon séquentielle dans le processus de conception, sont, selon ce nouveau modèle, appelés à intervenir simultanément et en interaction dès les premières phases du processus de conception.

Dans le cadre d'une convention CIFRE (INRIA -Aérospatiale Matra Airbus), nous avons analysé la mise en place d'une méthodologie d'ingénierie concourante [17]. Nous avons choisi un cadre théorique pour l'étude du processus de conception en ingénierie concourante : ce processus de conception est caractérisé par des cycles de conception distribuée et de co-conception.

Nous avons analysé, sur la base d'entretiens et d'observations, les processus coopératifs mis en oeuvre dans la conception distribuée. Les problèmes de synchronisation opératoire se trouvent au coeur de ces situations. La synchronisation opératoire remplit deux fonctions : (1) elle vise à assurer la répartition des tâches entre les partenaires de l'activité collective ; (2) elle assure, selon les cas, le déclenchement et l'arrêt, la simultanété, le séquençement, le rythme des actions à réaliser. La synchronisation opératoire donne lieu à des activités de coordination. Dans notre étude nous avons mis en évidence qu'en l'absence d'une coordination effective, certains métiers de la conception construisent une représentation partagée de solutions supposées être développées par les métiers qui leur fournissent des spécifications. Cette construction s'appuie (1) sur des mécanismes de réutilisation de spécifications de problèmes similaires traités dans le passé et (2) des interfaces métiers ("Boundary spanners" [Gri99]), rôle joué par certains acteurs de la conception. Cette analyse débouche sur des recommandations ergonomiques aux niveaux

[Bos97] P. BOSSARD, « Origine et définition de l'ingénierie concourante », *P. Bossard, C. Chanchevriér, & P. Leclair (Eds): Ingénierie concourante: de la technique au social.*, 1997, p. 21-28, Economica (Paris).

[Gri99] R. GRINTER, « "Systems Architecture : Product Designing and Social Engineering" », *in : WACC'99*, San Francisco, CA, USA, 1999.

méthodologique, organisationnel et logiciel.

Nous avons également analysé, sur la base de réunions de travail inter-métiers que nous avons enregistrées, les processus mis en oeuvre dans la co-conception. Le processus de coordination se manifeste dans ces réunions de travail par des dérives thématiques dont le but est (1) d'anticiper les tâches futures, et (2) de reconstruire l'historique d'un problème de coordination qui s'est posé, en l'absence d'une traçabilité effective de ce problème. Nous avons également souligné les difficultés d'utilisation en groupe des nouveaux outils numériques, e.g., maquette virtuelle, et l'utilisation privilégiée de plans-papier. En effet, les croquis rapides et les annotations semblent plus faciles à exécuter sur le papier qu'avec les outils informatiques. Nos résultats ont été pris en compte par le service de recherche de l'Aérospatiale qui a développé un prototype de "reporting" en ligne avec la maquette virtuelle. Ce "reporting" est un document HTML, comprenant des annotations, des images et des références. Ce document peut être créé en association avec la maquette numérique pendant une réunion de conception. Nous continuons cette analyse des réunions en nous centrant sur la notion de "point de vue" (cf. section 5.2).

5.1.3 La planification d'itinéraires

Participants : Sébastien Chalmé, Matthieu Grall, Willemien Visser.

La planification avait été examinée par le passé surtout comme l'une des principales activités cognitives intervenant dans des tâches de résolution de problème, notamment de conception. Dans les travaux que nous venons de commencer sur la planification d'itinéraires, cette planification constitue une tâche de résolution de problème en soi, ayant certaines caractéristiques de la conception, et faisant appel à diverses activités cognitives composantes.

La planification d'itinéraires, ou "conception d'itinéraires", est un processus cognitif dont le rôle est primordial dans les déplacements, e.g. la conduite automobile. Elle intervient aussi bien lors de trajets quotidiens planifiés in situ et pendant la conduite, que lors de déplacements plus complexes, planifiés au préalable. Les systèmes embarqués d'aide à la navigation actuels, bien que très performants pour guider pas à pas le déplacement d'un lieu à un autre, se révèlent inadaptés pour planifier un trajet passant par plusieurs lieux, selon des contraintes non seulement spatio-temporelles mais aussi subjectives. L'objectif applicatif de nos études, conduites en collaboration avec le LARA (La Route Automatisée), est de participer à la définition de nouveaux systèmes d'aide au déplacement. Si, jusqu'ici, les études psychologiques et ergonomiques sur cette thématique ont examiné principalement la conduite [14], les études que nous avons commencées visent à examiner des aspects plus en amont, notamment la planification.

Deux expériences ont été conduites cette année. La première a été conçue pour identifier les activités qui interviennent dans la planification, leur rôle dans l'élaboration de plans, les connaissances et stratégies mises en oeuvre et les représentations construites. Nous avons demandé à 38 personnes de planifier un itinéraire à effectuer en voiture, préalablement à son exécution. L'itinéraire devait permettre d'accomplir, pendant une journée, une série de 13 tâches, chacune à un endroit différent dans la ville nouvelle de St Quentin en Yvelines (e.g., signer un papier à la banque entre 14 et 16 h, acheter des glaces à Picard-Surgelés, visiter

un appartement dans le vieux village de Voisins-le-Bretonneux). À côté de la liste des tâches, les participants ont reçu une carte de la ville sur laquelle étaient indiqués les 13 endroits et le libellé des tâches associées. Pour pouvoir analyser l'influence de la connaissance des lieux traversés, deux groupes de participants ont été constitués, l'un avec une bonne, l'autre sans aucune connaissance de la ville nouvelle. À côté des itinéraires élaborés, nous avons recueilli les verbalisations provoquées des participants simultanément à leur planification. Nous venons de commencer l'analyse des données.

Dans la deuxième expérience, nous avons commencé à examiner les modalités de l'expression des plans élaborés. L'objectif de l'étude était d'analyser comment des personnes ayant planifié un itinéraire en font une description destinée à des interlocuteurs connaissant bien les lieux traversés ou ne les connaissant pas du tout. Les personnes effectuant la description connaissaient toutes bien les lieux (St Quentin en Yvelines).

Nous avons montré que les descriptions sont différentes selon les connaissances supposées des interlocuteurs auxquels elles sont adressées. Dans les deux types de description, les prescriptions d'actions et les repères spatiaux prédominent. Cependant, à l'intérieur de ces deux catégories, les informations présentées diffèrent : pour des gens connaissant bien les lieux, celles-ci sont centrées sur l'atteinte des buts. Ces descriptions se composent principalement de consignes générales ; elles comportent également une proportion importante de libellés de tâches. Les descriptions s'adressant à des interlocuteurs ne connaissant pas du tout les lieux sont plus longues, plus détaillées et plus concrètes. Elles se centrent sur les moyens à utiliser pour atteindre les buts. Ces descriptions se composent de prescriptions d'actions plus détaillées, et de repères spatiaux, non seulement de la destination finale (comme pour les gens connaissant bien les lieux), mais également de lieux intermédiaires [19].

5.1.4 Conception de logiciel

Participant : Françoise Détienne.

Le développement de logiciel présente aujourd'hui un enjeu économique et stratégique d'une telle importance que des modèles et outils spécifiques ont été développés pour suppléer aux limites de l'activité spontanée du concepteur de logiciel. L'objectif de l'Ergonomie Cognitive est d'améliorer l'adéquation des outils à leurs utilisateurs. A cette fin, les recherches menées en Psychologie de la Programmation apportent des résultats sur l'activité cognitive des concepteurs, précieux pour l'assistance à la conception, à la compréhension et à la réutilisation de logiciels. Une synthèse critique de ces travaux, dont beaucoup ont été menés dans notre équipe, a fait l'objet d'une thèse d'habilitation [10]. Ces travaux ont aussi donné lieu à un livre ^[Dét98].

Tout au long de ce travail de recherche, nous avons fait de nombreux emprunts théoriques à la Psychologie Cognitive. L'intérêt est de tester et d'étendre des modèles issus de la Psychologie

[Dét98] F. DÉTIENNE, *Génie Logiciel et Psychologie de la Programmation, collection "Cognition, communication, calcul"*, Editions Hermès, 1998, 184 pages.

en les appliquant à des situations qui ont de fortes caractéristiques écologiques². Les modèles empruntés sont issus des domaines de recherche en résolution de problème, raisonnement par analogie, production et compréhension de texte. L'un des intérêts de ce travail a été d'analyser comment ces modèles s'appliquent à des situations complexes en génie logiciel, de discuter de leurs limites et d'ouvrir de nouvelles voies de recherche. L'Informatique est le domaine qui est l'objet de ces études. Mais c'est aussi un domaine d'application pour les résultats de ces études. Ainsi les résultats de ces recherches débouchent sur des spécifications ergonomiques d'outils³ de programmation dans l'objectif d'améliorer la compatibilité entre les outils et leurs utilisateurs, les programmeurs.

5.2 L'évaluation dans la conception

Résumé : *Dans les nouvelles organisations de conception et de production, la conception est souvent le fait d'une équipe multi-métiers, multi-localisée, partageant des outils de travail évoluant avec un même but (co-conception) ou des buts différents (conception distribuée). Dans le processus de conception collective, des phases de co-conception sont spécifiquement dévolues à l'évaluation de la solution globale courante, intégrant les solutions produites par les différents concepteurs à un moment t , ou à l'évaluation, par ses pairs, d'une solution produite par un concepteur à un moment t .*

L'objectif de nos recherches est d'analyser les mécanismes de coopération mis en oeuvre dans ces phases de co-conception. Nous nous intéressons aux activités collectives mises en oeuvre dans le suivi de méthodologies d'évaluation (e.g., argumentation), aux rôles des critères d'évaluation dans les prises de décision et aux mécanismes de confrontation des savoirs et d'intégration des points de vue. L'objectif applicatif est d'évaluer et de spécifier des méthodologies d'évaluation assurant une meilleure intégration des points de vue et assurant une traçabilité de la logique de conception.

5.2.1 Méthodologie d'évaluation en conception collective

Participants : Françoise Détienne, Willemien Visser.

Certaines méthodologies de conception prennent en compte explicitement des phases d'évaluation. C'est le cas de celles qui font appel à des méthodes dites d'inspection ou de "walk-through" qui ont été tout d'abord introduites dans le processus de développement de logiciel par IBM. Il est alors prescrit qu'à chaque étape dans le processus de développement d'un logiciel les documents produits soient évalués par toute ou partie de l'équipe de développement. Une question de recherche est de caractériser les activités collectives mises en oeuvre dans ces réunions dont l'objectif est l'évaluation. Il y a, à ce jour, peu d'études sur les réunions

2. Les activités sont finalisées par une tâche et l'expérience des sujets est un facteur important de la situation. De plus, la complexité des situations étudiées est souvent supérieure à celle des études proprement expérimentales.

3. Par outils, nous entendons ici aussi bien les langages et environnements de programmation que les modèles de la programmation (modèles de processus et méthodes) développés en Génie Logiciel.

d'évaluation [Kar91,LPLS87]. Une question est d'analyser les déviations observées par rapport aux méthodes prescrites.

Dans le cadre d'une collaboration avec l'Ecole Polytechnique de Montréal, notre recherche vise à modéliser les activités collectives mises en oeuvre dans des réunions d'inspection de logiciel. Nous avons développé une méthodologie d'analyse des réunions [DDR98] qui a permis d'identifier cinq types de dialogue. Deux approches complémentaires ont été suivies : une approche fonctionnelle et une approche interactionnelle [16]. 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 oeuvre dans ces réunions. L'approche interactionnelle concerne l'argumentation et les rôles des participants. Cette double approche a été suivie pour l'analyse de sept réunions décomposées en 127 séquences (relatives à un même objet commun de discussion).

Les résultats mettent en valeur des déviations par rapport à la méthodologie prescrite : l'importance des dialogues de synchronisation cognitive et l'occurrence de dialogues d'élaboration de solution. L'occurrence de ces deux types de dialogue apparaît en fait nécessaire selon des modèles argumentatifs : soit en tant que pré-requis à l'évaluation, soit en tant que support et justification au rejet d'une solution. De plus nous mettons en valeur un effet des rôles des participants sur leur type d'intervention.

5.2.2 Confrontation des savoirs et intégration des points de vue en conception collective

Participants : Françoise Détienne, Géraldine Martin.

La confrontation des savoirs et l'intégration des points de vue est au coeur des mécanismes coopératifs mis en oeuvre dans la co-conception. Une nouvelle 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 les modes coopératifs qui permettent d'intégrer ces différents points de vue. Dans la littérature, la notion de "point de vue" est définie, de manière générale, comme "pour une personne, une représentation particulière et personnelle d'un objet à concevoir". Notre définition est qu'un point de vue est (1) propre à un métier et variable selon le contexte, (2) dépendant du problème à résoudre, (3) caractérisé par un certain niveau d'abstraction, i.e., fonctionnel, structurel ou physique, (4) caractérisé par la mise en oeuvre d'une certaine combinaison de contraintes. Notre première hypothèse de travail est que les points de vues sont exprimés dans les réunions multi-métiers

-
- [Kar91] L. KARSENTY, «The validation dialog for a database conceptual schema», *rapport de recherche*, INRIA, 1991.
- [LPLS87] S. LETOVSKY, J. PINTO, R. LAMPERT, E. SOLOWAY, «A cognitive analysis of code inspection», *G. M. Olson, S. Sheppard & E. Soloway (Eds): Empirical Studies of Programmers: Second workshop*. Norwood, NJ: Ablex Publishing Corporation, 1987, p. 231-247.
- [DDR98] P. D'ASTOUS, F. DÉTIENNE, P. N. ROBILLARD, W. VISSER, «Types of dialogs in evaluation meetings : an analysis of technical-review meetings in software development», *in: COOP'98, Third International Conference on the Design of Cooperative Systems*, Cannes (France), May 26-29 1998.

ayant un objectif de co-conception, notamment d'évaluation de solutions. Notre seconde hypothèse de travail est que, du au caractère collectif de l'activité, les points de vue devraient s'exprimer, plus ou moins explicitement à travers l'argumentation.

Dans le cadre d'une convention CIFRE (INRIA-Rocquencourt-Aérospatiale Matra Airbus), nous avons analysé, dans un premier temps, deux types de réunion multi-métier : 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 protocoles verbaux issus des retranscriptions des réunions. Nos premiers résultats portent sur les contraintes exprimées par les différents métiers [20]. Nous montrons notamment que les arguments permettant de défendre un point de vue, proposition, sont souvent caractérisés par la mise en oeuvre de contraintes (explicites ou implicites) et que les contraintes peuvent être pondérées différemment selon les métiers. Il n'y a pas de pondération absolue, à part pour certaines contraintes : la pondération se fait en contexte selon le type de problème considéré. De plus, un argument peut prendre la fonction "d'argument d'autorité" en fonction du statut reconnu dans l'organisation du métier qui l'exprime, de l'expertise du proposant, du caractère "partagé" des connaissances auxquelles il renvoie.

5.3 La réutilisation dans la conception

Résumé : *La conception d'un système est une tâche généralement longue à l'issue de laquelle la solution s'avère rarement inédite : à ce titre elle implique autant la création 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.*

Deux axes sont considérés dans la réutilisation. Selon un axe prospectif, il s'agit d'identifier, de formaliser et de gérer les connaissances réutilisables afin de construire des bases de connaissances pour assister de futurs projets de conception. Selon un axe rétrospectif, il s'agit de récupérer et d'utiliser des connaissances réutilisables (sources) lors d'un nouveau projet de conception (cible). Nos recherches concernent ces deux axes de la réutilisation. Ces études se situent plus largement dans le contexte de recherche sur la mémoire d'entreprise.

5.3.1 Axe rétrospectif de la réutilisation

Participants : Patrick Bougé, Jean-Marie Burkhardt, Françoise Détienne, Willemien Visser.

Selon un axe rétrospectif, il s'agit de caractériser et d'assister les processus cognitifs de réutilisation d'une source lors de la conception répondant à un problème-cible. Nos travaux

s'appuient sur des recherches dans le domaine du raisonnement analogique^[Cle88,Gen89,HT89]. Nos recherches ont permis d'analyser les différents mécanismes de raisonnement par analogie - construction d'une représentation de la situation-cible ; génération/recherche d'une source ; compréhension de la source ; utilisation/exploitation de la source pour traiter la situation-cible - dans des situations de réutilisation, notamment en programmation OO et dans la conception de caoutchouc élastomères.

Dans le cadre d'une collaboration avec l'Université de Nebraska et l'Université de Dalhousie, en prolongement du travail de thèse de Jean-Marie Burkhardt^[Bur97], nous avons étendu l'approche "modèles mentaux" de compréhension de texte^[vDK83] pour rendre compte de la compréhension de programmes OO, programmes-sources pour la réutilisation. Le modèle, validé empiriquement, permet de rendre compte de la nature des représentations mentales émergentes et des stratégies de compréhension de concepteurs novices et experts. Nous nous sommes centrés plus particulièrement sur les processus cognitifs impliqués dans la compréhension de programmes-source, i.e., compréhension "finalisée" par une tâche de réutilisation. Par rapport à une situation contrôle de documentation, un résultat intéressant réside dans l'amélioration significative de la compréhension induite par la réalisation d'une tâche de réutilisation, au niveau des concepteurs novices [13]. Des données recueillies sur la réutilisation effective de programmes OO sont en cours d'analyse ; il s'agit notamment de données concernant les dimensions d'exploitation et de mise en correspondance entre solutions-sources et cibles.

Une autre activité de recherche, sur cet axe, concerne la modélisation des stratégies de recherche et d'exploitation de savoirs de conception, en particulier, la réutilisation de "cas" dans les modèles dits de "raisonnement à partir de cas" en Intelligence Artificielle. Un cas représente une source qui peut être (1) la trace d'un processus ou, (2) la trace d'une solution de conception qui résulte de ce processus. Dans une première étude bibliographique [12], nous avons procédé à la confrontation de modèles du raisonnement à partir de cas avec des données provenant d'études empiriques en Ergonomie Cognitive. Dans le cadre du projet TRACES sur "la traçabilité des processus de conception et la réutilisation effective de ces traces", (projet GIS Sciences de la Cognition "Conception et Cognition", en collaboration avec deux équipes en Intelligence Artificielle, ORPAILLEUR-INRIA-Lorraine et LISA-CPE), des observations ont été conduites sur l'activité des concepteurs d'un bureau d'études (B.E.) dans une usine de conception de caoutchouc élastomère (INTEREP). Des chercheurs en I.A. y ont développé une base de plusieurs centaines de cas (ACCELERE, Aide à la Conception de caoutchouc CELLu-

-
- [Cle88] J. CLEMENT, « Observed Methods for Generating Analogies in Scientific Problem Solving », *Cognitive Science* 12, 1988, p. 563-586.
- [Gen89] D. GENTNER, « The mechanisms of analogical learning », in : S. Vosniadou and A. Ortony (Eds.), *Similarity and analogical reasoning*, p. 199-241, Cambridge University Press, 1989.
- [HT89] K. J. HOLYOAK, P. THAGARD, « Analogical Mapping by Constraint Satisfaction », *Cognitive Science* 13, 1989, p. 295-355.
- [Bur97] J.-M. BURKHARDT, *Réutilisation de solutions en conception orientée-objet: un modèle cognitif des mécanismes et représentations mentales. Thèse de Psychologie Cognitive et Ergonomie*, thèse de doctorat, Université René Descartes Paris V, 1997.
- [vDK83] T. A. VAN DIJK, W. KINTSCH, *Strategies of Discourse Comprehension*, Academic Press, New York, 1983.

laire exploitant la Remémoration d'Expériences^[Her95,Her96]) qui est utilisée par les concepteurs du B.E. Les cas en question correspondent à des traces de conception d'essais de procédés de fabrication de caoutchouc. Notre étude a porté sur l'utilisation effective de la base et de ses cas (Projet TRACES [21]).

Lors des observations, nous nous sommes focalisés sur l'activité mnésique des concepteurs, l'intervention de contraintes comme indices de récupération de l'information-source, et le rôle des représentations mentales que les concepteurs construisent de la situation-cible. Les données recueillies concernent le rôle joué dans la représentation de problèmes par les aspects incongrus d'une situation, la pondération des contraintes, la simulation mentale et le raisonnement par analogie. À partir des données recueillies sur l'utilisation de la base, des recommandations ergonomiques ont été formulées. Elles visent une évolution des outils utilisés et de nouveaux modes de travail avec ces outils, dans l'optique de faire correspondre outils et modes de travail davantage avec la façon dont les concepteurs traitent et organisent l'information [18].

5.3.2 Axe prospectif/rétrospectif

Participants : Patrick Bougé, Françoise Détienne.

Cette recherche concerne à la fois la modélisation, la formalisation et l'exploitation de bases de connaissances réutilisables de conception, telles qu'elles sont développées actuellement en Intelligence Artificielle. Dans le cadre du projet ARDECO (programme Prosper, en collaboration avec le LISA-CPE, le LACO-CNRS, SHERPA, Dassault Systèmes et Renault), notre objectif est d'évaluer et de définir l'utilisabilité d'outils de construction et de gestion de bases de connaissances réutilisables dans la conception mécanique, plus particulièrement, l'utilisabilité de fonctionnalités d'ingénierie de connaissances de CATIA V5. Une convention CIFRE INRIA-Dassault Systèmes a démarré cette année dans le cadre de ce projet. Nous cherchons tout particulièrement à transférer les résultats de recherches portant sur la mémoire, les connaissances, et les processus cognitifs de réutilisation en conception vers le terrain industriel.

Une première phase, en cours, est de caractériser différents scénarios de réutilisation en conception. Cette phase est menée en collaboration avec Dassault-Systèmes, concepteur d'outils de type CFAO- IAO, et Renault, utilisateur de ce type d'outil en conception mécanique. Pour caractériser ces scénarios de réutilisation, nous avons utilisé les dimensions suivantes: le type de connaissance réutilisée (connaissances sur le processus versus connaissances sur le produit, connaissances intra-domaine versus connaissances inter-domaine), la phase du projet de conception dans laquelle s'inscrit la réutilisation (analyse, conception détaillée, production), le caractère routinier versus innovant du projet, la portée de la réutilisation (intra-projet versus inter-projet). Une seconde phase sera de mettre au point des situations d'observation de l'activité de concepteurs dans le cadre de ces scénarios.

[Her95] O. HERBEAUX, «Raisonnement à partir de cas et conception de produits industriels : sélection de cas à l'aide d'un critère d'adaptabilité», *in: 4ème Séminaire français de raisonnement à partir de cas*, Bichindaritz (éditeur), Université René Descartes, Paris V, 1995.

[Her96] O. HERBEAUX, «Utilisation de cas d'adaptation en conception», *in: 5ème Séminaire français de raisonnement à partir de cas*, A. Mille (éditeur), CPE-Lyon, 1996.

6 Contrats industriels (nationaux, européens et internationaux)

6.1 Convention Aérospatiale Aéronautique

Participants : Françoise Détienne, Géraldine Martin.

Convention CIFRE INRIA-Rocquencourt-Aérospatiale Matra Airbus : le travail de thèse de Géraldine Martin (Août 1997-Août 2000) concerne l'étude des processus de coopération en ingénierie concourante et, notamment, la confrontation et l'intégration des points de vue.

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.

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, Dalhousie University, Halifax, Canada (depuis septembre à l'Université de Nebraska, 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).

7.2 Collaborations nationales

7.2.1 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

le projet SHERPA (INRIA-Rhône-Alpes), LISA-CPE, LACO-CNRS, Dassault Systèmes et Renault (novembre 1998-octobre 2001).

7.2.2 Programme GIS Sciences de la Cognition "Conception et Cognition"

Participants : Françoise Détienne, Willemien Visser.

Dans le cadre du projet "TRACES" : Etude de la traçabilité des processus de conception et de réutilisation effective de ces traces", coordonné par F. Détienne et W. Visser, une collaboration est en cours avec l'action ORPAILLEUR (INRIA-Lorraine) et LISA-CPE (octobre 1998-septembre 1999).

7.2.3 La Route Automatisée

Participants : Sébastien Chalmé, Matthieu Grall, Willemien Visser.

Une collaboration avec "La Route Automatisée" a démarré fin 1998 sur le thème de "la modélisation cognitive de la planification d'itinéraires".

7.2.4 Action Concertée Cognitive "Cognition Spatiale"

Participants : Sébastien Chalmé, Willemien Visser.

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

8 Diffusion de résultats

8.1 Animation de la communauté scientifique

8.1.1 Organisation de manifestations scientifiques

CHI'2000, 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

8.1.2 Comité éditorial de journaux

International Journal of Human Computer Studies (IJHCS) : reviews de F. Détienne et W. Visser

Research in Engineering Design : reviews de W. Visser

8.1.3 Comité éditorial de conférences

CHI 99, May 15-20, 1999, Pittsburgh, Pennsylvania, USA. Member of the Papers Reviewing Committee : W. Visser ; Member of the committee for the Basic Research Symposium : F. Détienne

INTERACT'99, August 30-September 3, 1999, Edinburgh. Membre du Comité de programme : F. Détéienne

ECCE'10 (Tenth European Association of Cognitive Ergonomics), August 21-23, 2000, Linköping, Sweden. Membres du comité de programme : J-M. Burkhardt, F. Détéienne et W. Visser

VR'99 (International Roundtable Conference on Visual and Spatial Reasoning in Design : Computational and Cognitive approaches), June 15-17, 1999, MIT, Cambridge, USA, Membre du Comité de programme : W. Visser

Group'99 (International Conference on supporting group work), November 14-17, 1999, Phoenix, USA. Reviews : F. Détéienne

01Design'99 Table Ronde sur "La conception des nouveaux systèmes d'information ", 14-15 Décembre, 1999, Toulouse, Comité de programme : W. Visser

8.1.4 Autres activités d'expertise

W. Visser est experte sur l'appel d'offre du MENRT, Action Concertée incitative "Ville".

F. Détéienne 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. Détéienne est membre du groupe de réflexion "Nouvelles technologies et sciences cognitives" dans le cadre de l'Action Concertée Incitative Cognitive du MENRT.

8.1.5 Sociétés savantes

ARC (Association pour la Recherche Cognitive). Membres : F. Détéienne, W. Visser

EACE (European Association of Cognitive Ergonomics). Bureau exécutif : F. Détéienne (responsable des affaires légales) ; Chargée des affaires légales : F. Détéienne ; Membres : J-M Burkhardt et W. Visser

SELF (Société d'Ergonomie de Langue Française). Membre : J-M. Burkhardt

8.2 Enseignement universitaire

DESS d'Ergonomie, Université Paris V. Cours : J-M Burkhardt.(40h)

DEUG, Maîtrise de Psychologie, Université Paris V. Cours +TD : J-M Burkhardt. (40h)

DESS de Psychologie du Travail, Université Paris V. Cours : J-M Burkhardt. (60h)

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)

Accueil de deux stagiaires ingénieur (DIAM-IUSPIM, Marseille) : Cyril Sabary et Daniel Perez (1 mois)

8.3 Conférences invitées

ECSE International Summer School in Novel Computing (East Finland Graduate School in Computer Science and Engineering), Université de Kuopio, Finlande, 9-13 Août, 1999, Conférences Invitées "Psychology of Programming" (20h) : F. Détienne

11th Annual workshop of Psychology of Programming Group (PPIG99), January 5-7, 1999, Leeds, UK, conférence invitée "Software design, reuse and comprehension: some perspectives of research", F. Détienne.

Technische Universiteit Delft, Subfaculteit Technische Wiskunde en Informatica (Delft, Pays-Bas), January 22, 1999, Conférence invitée (Colloquium) "Cognitive aspects of evaluation in collective design. A study of technical review meetings in software development" : W. Visser

Université d'été de la communication, Hourtin, 25 août, 1999. Table ronde "Praticiens et enseignants, lecteurs et scripteurs face à l'écran" : conférence invitée de J-M Burkhardt

MICAD, 18ème exposition internationale de la CFAO et des nouvelles technologies de conception et de fabrication, 9 Février, 1999. Conférence invitée "Recherche sur la conception en ergonomie cognitive" : W. Visser

Université d'Automne PRIMECA sur le thème "Modélisation des processus de conception", Nancy, 20-22 octobre, 1999 : Conférence invitée "Activités cognitives dans un processus de conception" : W. Visser

8.4 Participation à des colloques, séminaires, invitations

Les membres de Eiffel ont participé aux colloques suivants :

- I.A.D.A. (International Association for Dialogue Analysis) 1999 Conference, "Working with Dialogue", Birmingham, UK, 8-10 April 1999 : Communication: W. Visser
- CHI 99, Basic Research Symposium, May 16-20, 1999, Pittsburgh, Pennsylvania, USA. Communication : F. Détienne et W. Visser

- The annual meeting of the Society for Text and Discourse. 15-17 August, 1999, Vancouver, Canada. Communication : J-M Burkhardt
- DSC (Driving Simulator Conference), Paris, 7-9 Juillet, 1999. Communication : S. Chalmé
- MICAD, 18ème exposition internationale de la CFAO et des nouvelles technologies de conception et de fabrication, Paris, 9 Février, 1999.
 - Participante invitée à la Table ronde "Des bases de connaissances à l'Innovation Assistée par Ordinateur" : W. Visser
 - Communication : G. Martin et F. Détienne
- Université d'Automne PRIMECA sur le thème "Modélisation des processus de conception", Nancy, 20-22 octobre, 1999: G. Martin (participation)

Les membres de EIFFEL participent activement à différents séminaires :

- Séminaire EIFFEL INRIA-CNAM sur l'ergonomie de la conception :
 - 25/1/99, exposé "La planification de parcours - études avec le LARA (LA Route Automatisée)" : W. Visser
 - 25/1/99, exposé "TRACES : Etude de la traçabilité des processus de conception et de la réutilisation effective de ces traces" : W. Visser
 - 15/04/99, exposé "Planification d'itinéraires urbains : première expérience" : S. Chalmé
 - 15/4/99, exposé "La Co-conception en ingénierie concurrente : grille d'analyse des protocoles verbaux" : G. Martin
 - 10/09/99, exposé "Aspects cognitifs de la planification d'itinéraires suburbains - expérience et début d'analyse" : S. Chalmé
 - 10/9/99, exposé "L'argumentation et la négociation" : G. Martin
 - 19/11/99, exposé "De la mémoire à la réutilisation en conception mécanique : objectifs et méthodes" : P. Bougé
- Séminaire de recherche "La conception comme objet de recherche", Présentation de l'état d'avancement des projets GIS "Sciences de la Cognition" et PROSPER, Lyon, 18/3/99 :
 - présentation de l'état d'avancement du projet GIS TRACES, "Etude de la traçabilité des processus de conception et de la réutilisation effective de ces traces" : W. Visser ;
 - présentation de l'état d'avancement du projet Prosper ARDECO, "Extraction, modélisation et gestion de connaissances réutilisables de conception" : F. Détienne.
- Atelier PROSPER "Extraction et gestion des connaissances", Paris, 18/11/99 : P. Bougé, F. Détienne (communication)
- Séminaire LARA 21/9/99, exposé "La planification d'itinéraires : aspects cognitifs de leur description" : M. Grall

- Journée de l'ISCC (Institut des Sciences Cognitives et de la Communication) 2ème Journée d'Etude: "Perception visuelle et imagerie", Paris, 19 Mars 1999 : S. Chalmé (participation)
- Demi-journée thématique du département du LIMSI-CNRS CHM (Communication Homme Machine), 31/6/99, Orsay, exposé "Aspects cognitifs de la planification d'itinéraires urbains" : S. Chalmé
- Séminaire CHMAC "Coopération Homme-Machine pour l'Assistance à la Conduite automobile", Cluny, 7-8 septembre 1999 : S. Chalmé (participation)
- Séminaires Aérospatiale-MATRA :
 - réunions du groupe de pilotage de G. Martin : F. Détienne
 - 18 janvier 1999 : "Retour d'expérience sur l'A3456 de la mise en place du Concurrent Engineering" à la cellule méthode (services méthode, informatique, programme) de l'A3XX, Toulouse. G. Martin (communication)
 - 4 février 1999 : "Les revues de conception au sein d'un plateau de conception" sous-groupe maquette virtuelle, Les Mureaux. G. Martin (communication)
 - 14 octobre 1999 : "L'activité de conception en Ingénierie Concourante" sous-groupe maquette virtuelle, Suresnes. G. Martin (communication)
 - 27 Septembre 1999 : "L'activité de conception en Ingénierie Concourante : les réunions de conception", DMUVI projet européen, Suresnes. G. Martin (communication)
 - Novembre 1999 : "Les réunions d'évaluation de la conception pour le programme A3456", réunion avec les responsables A3XX (ingénieur en chef, méthodes, informatiques, programme), Toulouse. G. Martin (communication)

Et aussi des participations à des ateliers, des visites et réunions de travail :

- visite Dep. Informatie- en Softwaresystemen, Subfaculteit Technische Wiskunde en Informatica, Technische Universiteit Delft, Delft, Pays-Bas, 22/1/99 : W. Visser
- visite et réunion de travail avec Hélène Tattegrain et Thierry Bellet, INRETS, Bron, Lyon, 11/2/99 : S. Chalmé et W. Visser
- réunion de travail sur l'argumentation avec Maria Helena Araújo Carreira, Université Paris VIII, 14/10/99 : F. Détienne, G. Martin, W. Visser
- Atelier "La représentation de l'espace", Réseau de Sciences Cognitives d'Ile-de-France. participation : S. Chalmé, W. Visser
- Groupe de travail MEMENTO (Outils et méthodes pour la mémoire d'entreprise), participation à l'atelier "Construction d'une mémoire de projet" 15 Mars, 1999, Paris : F. Détienne

9 Bibliographie

Ouvrages et articles de référence de l'équipe

- [1] J.-M. BURKHARDT, F. DÉTIENNE, S. WIEDENBECK, «Mental Representations constructed by experts and novices in object-oriented program comprehension», *S. Howard, J. Hammond and G. Lindgaard (Eds), Human-Computer Interaction: INTERACT'97. Chapman & Hall, July 14-18 1997, Sydney, Australia.*
- [2] S. CHATEL, F. DÉTIENNE, «Strategies in object-oriented design», *Acta Psychologica 91*, 1996, p. 245–269.
- [3] F. DÉTIENNE, R. RIST(EDS), «Special issue on "Empirical Studies of Object-Oriented design and Reuse"», *Human-Computer Interaction Journal 10, (2 et 3)*, 1995.
- [4] F. DÉTIENNE, «Assessing the cognitive consequences of the object-oriented approach: a survey of empirical research on object-oriented design by individuals and teams», *Interacting with Computers 9*, 1997, p. 47–72.
- [5] F. DÉTIENNE, *Génie Logiciel et Psychologie de la Programmation*, Editions Hermès, collection "Cognition, communication, calcul", 1998.
- [6] P. N. ROBILLARD, P. D'ASTOUS, F. DÉTIENNE, W. VISSER, «Measuring cognitive activities in software engineering», *in: Proc. of ICSE98, 20th International Conference on Software Engineering*, Kyoto (Japan), 19-25 April 1998.
- [7] 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.
- [8] W. VISSER, «Two functions of analogical reasoning in design: a cognitive-psychology approach», *in: Design Studies, 17*, p. 417–434, 1996.

Livres et monographies

- [9] F. DÉTIENNE, *Génie Logiciel et Psychologie de la Programmation*, collection "Cognition, communication, calcul", Editions Hermès, 1998, 184 pages.

Thèses et habilitations à diriger des recherches

- [10] F. DÉTIENNE, *Concevoir, Comprendre, Réutiliser des Logiciels : Apports de la Psychologie de la Programmation*, Thèse d'habilitation à diriger des recherches, Université René Descartes Paris V, 7 janvier 1999.

Articles et chapitres de livre

- [11] W. VISSER, «Conception individuelle et collective. Approche de l'ergonomie cognitive», *in: Vers un Leonardo digital. Approches cognitives de la conception*, M. B. et J.-P. Goulette (éditeur), Hermès, à paraître.
- [12] 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, RàPC, 1999, p. 129–154.

Communications à des congrès, colloques, etc.

- [13] J.-M. BURKHARDT, F. DÉTIENNE, S. WIEDENBECK, « Domain Knowledge and Purpose for Reading: Interacting Factors in Comprehension? », *in: The Annual Meeting of the Society for Text and Discourse*, Vancouver, Canada, 15-17 August 1999.
- [14] S. CHALMÉ, X. BRIFFAULT, M. DENIS, F. GAUNET, « Experiments for designing multimodal dialogue interfaces in navigational aid systems: real versus simulated driving situations », *in: Actes de la conférence DSC (Driving Simulator Conference)*, Paris, 7-9 Juillet 1999.
- [15] F. DARSEES, F. DÉTIENNE, P. FALZON, W. VISSER, « A method for analysing collective design processes », *in: I.A.D.A. (International Association for Dialogue Analysis) Conference, " Working with Dialogue "*, Birmingham, UK, 8-10 April 1999.
- [16] F. DÉTIENNE, W. VISSER, P. D'ASTOUS, P. N. ROBILLARD, « Two complementary approaches in the analysis of design team work: the functional and the interactional approach », *in: CHI99 Basic Research Symposium*, Pittsburgh, Pennsylvania, USA, 15-16 May 1999.
- [17] G. MARTIN, F. DÉTIENNE, E. LAVIGNE, « Le processus de conception en ingénierie concurrente: une étude ergonomique », *in: Actes du MICAD'99*, Edition Hermes Science, p. 215-222, 9-12 février 1999.

Rapports de recherche et publications internes

- [18] P. BOUGÉ, W. VISSER, F. DÉTIENNE, « Etude de la traçabilité des processus de conception et de la réutilisation effective de ces traces. Intervention Ergonomique chez Interep. Compte rendu des observations chez INTEREP effectuées par EIFFEL (mars - mai 1999) », *Rapport interne du projet TRACES*, Rocquencourt - INRIA, Juillet 1999.
- [19] M. GRALL, « La planification d'itinéraires: aspects cognitifs de leur description », *Mémoire de recherche de D.E.A*, Rocquencourt - INRIA, Septembre 1999.
- [20] G. MARTIN, « Les réunions de conception inter-métiers dans le cadre de la mise en place d'une méthodologie d'ingénierie concurrente », *Rapport de convention cifre*, Note Technique Aérospatiale Aéronautique - Toulouse, 1999.
- [21] PROJET TRACES, « Etude de la traçabilité des processus de conception et de la réutilisation effective de ces traces », *Rapport final du projet TRACES*, novembre 1999.