

Rapport INRIA 1994 — Programme 3

Acquisition des Connaissances pour l'Assistance  
à la Conception par Interaction entre Agents

PROJET ACACIA

3 mai 1995



PROJET ACACIA

---

# Acquisition des Connaissances pour l'Assistance à la Conception par Interaction entre Agents

---

**Localisation :** *Sophia-Antipolis*

**Mots-clés :** acquisition de connaissances (1, 3, 7, 9, 11, 12), assistance à l'utilisateur (1, 7), coopération (1, 3, 12), document électronique (1, 9), explication (1, 7, 12), graphe conceptuel (1, 9), ingénierie concourante (1, 3), intelligence artificielle (1), intelligence artificielle distribuée (1, 3, 12), raisonnement qualitatif (1, 11), science cognitive (1, 7), système à base de connaissances (1), système multi-agents (1, 3, 12).

## 1 Composition de l'équipe

### Responsable scientifique

Rose Dieng, chargée de recherche, Inria

### Responsable permanent

Alain Giboin, chargé de recherche, Inria

### Secrétariat

Hortense Hammel

Sandrine Chevrin

Françoise Bucher

### **Personnel Inria**

Olivier Corby, chargé de recherche

### **Chercheurs doctorants**

Christelle Amergé, Boursière Inria, Université de Toulouse

Stéphane Boyera, Boursier Inria, UNSA

Sofiane Labidi, Boursier Inria, UNSA

Stéphane Lapalut, Boursier Inria & PACA, UNSA

Philippe Martin, Boursier Inria, UNSA

Paul-André Tourtier, Boursier Inria, UNSA

### **Stagiaires**

Eve Thiollier, stagiaire ESSI

Frédéric Lapierre, stagiaire ESSI

### **Autres personnels**

Agnès Clément, vacataire

## **2 Présentation des objectifs**

Le projet ACACIA a été créé en Juin 1992. Il vise à proposer des modèles, des méthodes et des outils pour aider le cogniticien à acquérir (i.e. recueillir et modéliser) les connaissances à partir de plusieurs sources d'expertise (experts ou documents). L'objectif peut selon le cas être la capitalisation de l'expertise sur un domaine donné ou la construction d'un système à base de connaissances (en particulier, explicatif).

Rappelons que les principales étapes de construction d'un système à base de connaissances sont (a) le recueil des connaissances, (b) leur modélisation qui permet d'obtenir des modèles d'expertise, (c) la conception du système expert final et (d) son implantation dans un outil cible tel qu'un générateur de systèmes experts.

Dans le projet ACACIA, nous concevons de nouveaux modèles génériques pour aider le cogniticien à interpréter les documents d'expertise, ces modèles visant à résoudre les problèmes (a) de multiples expertises et (b) d'acquisition des connaissances explicatives (i.e. permettant de construire un système à base de connaissances capable d'expliquer ses connaissances et son raisonnement). Pour représenter les modèles d'expertise ou les connaissances acquises, nous privilégions les lan-

gages offerts par la méthode d'acquisition CommonKADS ainsi que le formalisme des graphes conceptuels.

Nous développons des outils reposant sur ces nouveaux modèles génériques, en nous appuyant sur les techniques de manipulation des graphes conceptuels et sur la programmation par agents.

Nous étudions également les problèmes de conception du système à base de connaissances final, dans le cas où les contraintes d'implantation imposent la construction d'un système multi-agents ou explicatif.

Enfin, nous définissons des méthodes pour guider le cogniticien dans l'utilisation des différents modèles et outils ainsi proposés.

### **3 Actions de recherche**

#### **3.1 Acquisition des connaissances, multi-expertise et systèmes multi-agents**

La participation de multiples experts à un projet de développement d'un système à base de connaissances permet de bénéficier de plusieurs points de vue et méthodes de résolution de problèmes. D'ailleurs, certaines applications traitent des problèmes dont la résolution nécessite une coopération entre plusieurs experts.

Nos travaux sur la multi-expertise visent à développer des modèles, outils et méthodes pour aider le cogniticien à acquérir des connaissances à partir de multiples experts.

Nous avons ainsi proposé des techniques pour la comparaison des connaissances des différents experts, avec deux approches possibles : la cohabitation de plusieurs points de vue et la recherche du consensus. Nous nous focalisons sur la modélisation de la coopération entre experts. Nous étudions les extensions possibles de la méthode CommonKADS pour la multi-expertise et pour la construction de systèmes multi-agents. La notion d'agent semble en effet naturelle pour décrire ou traiter les problèmes de multi-expertise. Aussi, plusieurs de nos travaux reposent-ils sur la notion d'agent cognitif : conception d'un modèle d'agent cognitif adapté à l'acquisition, modélisation des connaissances de plusieurs experts, architecture multi-agents pour le système à base de connaissances final, voire plate-forme multi-agents permettant de programmer ce dernier.

### **3.1.1 Modèle d'agent cognitif pour l'acquisition des connaissances**

*Participants* : Rose Dieng, Sofiane Labidi

Nous avons raffiné le modèle d'agent cognitif proposé l'an dernier pour modéliser les agents humains et artificiels impliqués dans le développement d'un système expert. Ce modèle d'agent [1] permet de décrire des aspects individuels (ressources, modèle d'expertise à la KADS) et des aspects sociaux (e.g. points d'interaction, modes de coopération, méthodes de résolution de conflits, structure organisationnelle d'un agent composite...). L'acquisition des connaissances consiste alors à identifier les agents adéquats impliqués dans la résolution de problèmes, à créer dans l'outil d'acquisition les agents artificiels correspondants et à déterminer leurs caractéristiques.

Nous avons défini des modèles d'interaction régissant la dynamique dans un groupe d'experts, à savoir la coopération et la communication. Nous modélisons le groupe d'experts par une société d'agents en interaction en instanciant ces différents modèles. Un agent pourra représenter un ou plusieurs experts voire une sous-partie d'un expert. La définition des agents est basée sur une identification des rôles que jouent les experts dans l'organisation : ces rôles sont décrits grâce à un modèle de tâche.

Nous avons appliqué ce modèle d'agent à un groupe d'experts en accidentologie. Nous avons montré comment exploiter l'analyse des études de cas collectives pour spécifier un système expert coopératif, basé sur une architecture multi-agents, et permettant la coopération entre le système et les utilisateurs experts en simulant une partie du travail des autres experts [8].

Le modèle d'agent raffiné et le modèle de tâche ont été implantés en LeLisp V15.

### **3.1.2 Modélisation de l'activité coopérative**

*Participants* : Paul-André Tourtier, Christelle Amergé, Alain Giboin

Nous avons analysé l'activité coopérative d'un groupe : nous considérons qu'elle résulte d'un ensemble coordonné de contributions que nous classons suivant la nature de la contribution, son objet et les agents y participant. Nous avons défini différents modes d'organisation suivant

les rôles coopératifs correspondant à certains types de contribution.

### 3.1.3 Modélisation de la coopération entre experts

*Participants* : Stéphane Boyera, Olivier Corby, Alain Giboin

Dans le cadre des travaux sur la mémoire technique prévus dans le projet GENIE, nous avons approfondi la méthode CommonKADS pour l'utiliser comme support à nos travaux sur la multi-expertise. Nous avons étudié divers modèles de coopération, afin de constituer une bibliothèque de modèles génériques de coopération. Cela permettrait d'étendre la méthode CommonKADS pour la multi-expertise.

### 3.1.4 Comparaison entre graphes de connaissances

*Participants* : Rose Dieng, Stéphane Lapalut, Philippe Martin

Nous avons conçu un algorithme permettant de comparer les graphes de connaissances de plusieurs experts, après construction d'une hiérarchie commune de types de concepts et d'une hiérarchie commune de types de relations. La construction du graphe fusionné repose sur la stratégie de fusion choisie par l'utilisateur : par exemple, la stratégie de plus grande spécialisation (resp. généralisation) ou de la plus grande compétence ou du consensus [6]. Nous avons implanté cet algorithme en LeLisp v15.

Nous avons adapté cet algorithme au cas où les graphes de connaissances sont représentés à l'aide des graphes conceptuels de Sowa [7].

### 3.1.5 Génération de règles consensuelles

*Participants* : Sofiane Labidi, Rose Dieng

Nous avons développé des techniques formelles pour la génération de connaissances consensuelles entre experts [9]. Face à une situation donnée, les experts ont des points de vue différents qu'ils expriment par un ensemble de règles de production (conditions $\Rightarrow$ actions). Nous cherchons à générer un point de vue consensuel (ensemble de règles consensuelles minimisant les désaccords entre les différents experts). Pour cela, nous avons utilisé la méthode de décomposition rectangulaire d'une relation binaire finie. En effet, nous représentons l'ensemble de toutes les règles exprimées par les différents experts, sous forme de deux relations binaires

ayant comme domaine l'ensemble des experts et comme co-domaines, respectivement, l'ensemble des conditions et l'ensemble des actions. Nous appliquons ensuite le principe de décomposition rectangulaire sur ces deux relations. Nous obtenons ainsi deux ensembles de rectangles sur lesquels nous définissons une fonction de correspondance. Nous montrons que la mise en correspondance de deux tels rectangles forme une règle consensuelle. La fonction de correspondance permet de mesurer le degré de consensus de cette règle.

### 3.1.6 Architecture d'agent cognitif

*Participants* : Paul-André Tourtier, Rose Dieng, Olivier Corby

Nous avons développé PAPI, une architecture logique dérivée d'un modèle d'agent cognitif. Un tel agent comprend (a) un système d'interaction avec l'environnement, (b) un système de représentation (mémoire à long-terme), composé d'un ensemble de bases de connaissances déclaratives et procédurales et de mécanismes d'accès à ces bases, (c) une mémoire de travail, divisée en plusieurs niveaux ; (d) un système de traitement, composé d'un ensemble d'opérateurs, d'une structure de contrôle et d'un moteur d'exécution.

Cette architecture logique a été instanciée au-dessus d'un système de type tableau noir, BB1++.

### 3.1.7 Systèmes multi-agents

*Participants* : Paul-André Tourtier, Rose Dieng, Olivier Corby

Nous avons conçu une plate-forme pour la réalisation d'applications multi-agents, RACE. Elle comprend des primitives de communication permettant à des agents répartis sur différents sites d'échanger des informations (messages, appels de procédure). Nous offrons également un langage orienté agent (interpréteur C++ disposant d'un protocole méta-objet et de facilités de communication). Nous proposons une infrastructure composée d'agents facilitateurs spécialisés (communication, services, contrôle, partage de données) facilitant la coopération inter-agents. Enfin, nous avons développé un ensemble d'outils pour la compilation et la mise au point de protocoles.

Cette plate-forme, implantée en C/C++, permet le prototypage rapide d'applications multi-agents, leur exécution sur des machines réparties, et facilite la transition vers la réalisation du système final.

## 3.2 Acquisition des connaissances et explications

La construction d'un système à base de connaissances explicatif exige l'acquisition de connaissances explicatives telles que les stratégies explicatives utilisées lors des dialogues entre experts et utilisateurs potentiels. Il est donc important de modéliser l'interaction explicative (en particulier, à partir de l'analyse de tels dialogues explicatifs), ainsi que l'évaluation des explications obtenues. Les connaissances explicatives ainsi acquises peuvent ensuite être intégrées dans le module d'explication d'un système à base de connaissances.

### 3.2.1 Analyse et modélisation des besoins d'explication et des stratégies d'explication

*Participants* : Christelle Amergé, Alain Giboin

L'une des limites des systèmes actuels de génération d'explication est l'absence de prise en compte des besoins explicatifs des utilisateurs expérimentés dans un domaine (i.e. utilisateurs experts). Notre objectif est de combler les insuffisances des stratégies d'explication dans le cas de tels utilisateurs experts dont les besoins ont été très peu étudiés, contrairement aux utilisateurs débutants.

L'analyse théorique que nous avons effectuée a permis de définir que, dans une tâche de résolution de problème effectuée coopérativement, les besoins du débutant sont surtout de comprendre la proposition qui lui est faite, tandis que le but principal de l'expert est plutôt d'évaluer la qualité de la proposition. Ainsi, nous considérons que les besoins en explication et les stratégies d'explication associées s'inscrivent dans un contexte d'évaluation. Les stratégies explicatives doivent apporter des connaissances permettant à l'interlocuteur d'évaluer la proposition qui est faite. Nous avons déterminé théoriquement la nature de ces connaissances à partir d'une analyse des modèles de l'activité d'évaluation et de l'activité de compréhension.

L'analyse de dialogues entre humains que nous avons réalisée tend à valider ce qui a été avancé théoriquement. Les dialogues étudiés sont des

dialogues entre plusieurs experts, chacun ayant une expertise commune en accidentologie et une expertise spécifique.

La méthode d'analyse des dialogues que nous avons développée, nous a permis a) d'identifier d'autres stratégies explicatives que celles utilisées jusqu'à présent dans les systèmes explicatifs ; b) d'identifier des conditions d'utilisation des stratégies d'explication, que ce soit pour des stratégies déjà connues ou pour celles que nous avons proposées ; ceci permettra ultérieurement de fournir au système explicatif des critères de choix lorsque plusieurs stratégies d'explication seront possibles pour répondre à une question ; c) de déterminer les connaissances explicatives qu'il est nécessaire d'obtenir lors de la phase d'acquisition des connaissances effectuée en vue de concevoir le système final.

### **3.2.2 Les processus de référence dans l'interaction explicative**

*Participant :* Alain Giboin

Dans le cadre de nos travaux sur la modélisation de l'interaction explicative, nous avons poursuivi l'étude des processus par lesquels un explicateur ou un demandeur d'explications fait référence aux objets, événements, etc., sur lesquels porte l'explication. Nous avons porté cette année nos efforts sur une méthode d'identification des référents manipulés dans les dialogues explicatifs. Pour cela, nous sommes partis de la hiérarchie des types de référents élaborée par Prince et adaptée par Combette. Cette hiérarchie est fondée sur le degré de connaissance partagée (par les interlocuteurs) des référents. La hiérarchie repose sur deux paramètres : l'actualisation et l'identification. L'actualisation renvoie au statut du référent dans la mémoire de travail des interlocuteurs : actif, semi-actif, non-actif. L'identification renvoie à l'existence ou à la non-existence du référent dans la mémoire à long terme des interlocuteurs. Notre travail a consisté à adapter cette hiérarchie au cas des référents manipulés dans les échanges explicatifs et à associer des indicateurs à ces types de référents. Ce travail, réalisé en partie dans le cadre du GEDIC (*Groupe d'Etudes sur les Dialogues Coopératifs*), débouchera sur une technique qui complètera notre méthode d'analyse des dialogues explicatifs.

### 3.2.3 Modélisation de l'activité d'évaluation des explications

*Participant* : Alain Giboin

Nous avons modélisé le processus de référenciation mis en œuvre dans une activité d'évaluation d'explications. La référenciation évaluative consiste à mettre en correspondance, à comparer, un objet à évaluer, la "cible", et un objet de référence, l'"étalon" ou "modèle de référence". Une première modélisation de ce processus a été réalisée en utilisant les modèles, connus en linguistique, de la référenciation énonciative — ou "référence" —, processus qui consiste à mettre en correspondance un énoncé avec son référent. Le modèle a été utilisé pour analyser des dialogues obtenus par la technique du magicien d'Oz entre un médecin simulant un système expert explicatif et un interne utilisant ce système [10].

### 3.2.4 Conception d'un système explicatif

*Participants* : Olivier Corby, Christelle Amergé

Nous avons procédé à l'extension de la maquette de système explicatif OrientExplain développée dans le cadre d'un contrat avec le CNET. Cette maquette reposait sur un planificateur de texte explicatif et sur les stratégies explicatives intéressantes pour des experts, en situation d'évaluation, dans le cadre d'une tâche de conception (la conception de réseaux). Nous avons fait le portage de cette maquette en Ilog Talk. Les travaux effectués dans ce contrat ont fait l'objet d'une publication à ERGO IA'94 [4].

## 3.3 Acquisition des connaissances à partir de documents électroniques

Nous appellerons documents d'expertise les documents obtenus à partir des séances de recueil menées auprès des experts. Les textes de ces documents peuvent être analysés pour modéliser l'expertise sous-jacente ou pour en extraire des connaissances explicatives (voir les travaux sur l'analyse de dialogues explicatifs présentés en section 3.2). Nous étudions également différentes formes d'aide que l'on peut apporter au cognicien travaillant sur des documents mis sous forme électronique.

### 3.3.1 Outil d'aide à la construction de graphes conceptuels à partir de documents électroniques

*Participants* : Philippe Martin, Rose Dieng, Olivier Corby

Le cogniticien acquiert les connaissances à partir de documents d'expertise ; il peut aussi générer des documents (par ex. la documentation technique sur la base de connaissances). Nous avons implanté en C/C++ un outil permettant au cogniticien de construire une base de connaissances représentées dans le formalisme des graphes conceptuels. Cet outil permet de manipuler et représenter des éléments de documents tels qu'un mot, un groupe de mots, un paragraphe, une section, une image ou même un document entier. Pour cela, l'outil exploite Grif, un éditeur de documents structurés<sup>1</sup> et CoGITo, une plate-forme permettant de développer des bases de graphes conceptuels<sup>2</sup>.

L'outil permet au cogniticien de représenter sous forme de graphes conceptuels les connaissances contenues dans des éléments de documents, ainsi que les relations sémantiques les reliant. Des liens sont maintenus entre certains éléments de documents et les graphes conceptuels associés. Ces liens peuvent ensuite être utilisés pour la navigation hypertexte entre base de connaissances et documents, ou pour documenter la base de connaissances ou les résultats de recherches sur celle-ci : grâce au formalisme des graphes conceptuels, des requêtes peuvent être effectuées sur les connaissances de la base. Un système de navigation est d'ailleurs en cours d'implantation. La représentation des éléments de documents ou de leurs connaissances, et des relations entre éléments de documents est actuellement effectuée par le cogniticien, en fonction de ses buts et des modèles génériques qui le guident.

Grâce à l'exploitation de WordNet, un dictionnaire sémantiquement structuré, l'outil peut proposer au cogniticien les concepts ou les types de concepts pouvant correspondre aux sens possibles d'un terme quelconque sélectionné par le cogniticien dans le document.

---

<sup>1</sup>Grif a été développé dans le projet OPERA (INRIA Rhône-Alpes)

<sup>2</sup>CoGITo a été développé au LIRMM (Laboratoire d'Informatique, de Robotique et de Microélectronique de Montpellier)

### 3.3.2 Approche statistique pour l'analyse de documents

*Participants* : Stéphane Lapalut, Rose Dieng

Compte-tenu de la grande quantité d'informations faiblement structurée présente dans les documents d'expertise, nous avons utilisé une approche statistique pour l'analyse de documents électroniques. A partir d'Alceste, un logiciel de classification hiérarchique descendante des termes d'un corpus, nous avons mis au point une méthode consistant à mettre en évidence les articulations et la structure d'un dialogue entre experts. Nous avons validé cette méthode sur plusieurs documents d'expertise des experts en accidentologie.

### 3.4 Acquisition des connaissances et raisonnement qualitatif

Une approche possible pour l'acquisition des connaissances consiste à se focaliser sur un type particulier de connaissances et à proposer des modèles, des méthodes et des outils spécifiques. Les connaissances qualitatives constituent un tel type particulier de connaissances.

#### 3.4.1 Acquisition de connaissances graduelles

*Participants* : Rose Dieng, Olivier Corby, Stéphane Lapalut

Nos travaux sur l'aide à l'acquisition des *topoi* - règles graduelles d'inférence du style "*Plus P, plus Q*" - ont été acceptés pour publication dans [2]. Ces travaux consistaient en (a) l'extension de la technique des grilles-répertoires et des méthodes d'acquisition KADS et KOD pour faciliter l'acquisition des *topoi*, (b) plusieurs représentations et implantations des *topoi* et (c) l'expression des *topoi* dans les principaux formalismes de physique qualitative.

#### 3.4.2 Moteur de simulation qualitative

*Participants* : Stéphane Boyera, Eve Thiollier, Paul-André Tourtier, Olivier Corby

Les travaux effectués dans le cadre du stage de DEA de Stéphane Boyera ont été publiés dans [5, 3]. Ils consistaient en un moteur permettant une simulation qualitative sur des graphes causaux. Les nœuds d'un

graphe représentaient les paramètres du système à modéliser, et les arcs les relations ou influences entre ces paramètres. Nous modélisons un nœud en une variable aléatoire probabiliste à laquelle était associée une densité de probabilité discrète : la propagation d'informations au travers du graphe se résumait alors à un calcul matriciel.

La maquette de moteur de raisonnement qualitatif implantée l'an dernier en IlogTalk et Telos a été complétée.

### 3.5 Outil pour décrire des modèles d'expertise

*Participant* : Olivier Corby

Les modèles d'expertise obtenus pour une application donnée pouvant être décrits dans les langages offerts par la méthode d'acquisition CommonKADS ou dans le formalisme des graphes conceptuels, il nous faut donc construire des outils permettant d'aider le cognicien à effectuer de telles descriptions. Outre l'outil décrit en section 3.3.1 basé sur les graphes conceptuels, nous avons développé sous Centaur une maquette d'environnement pour CML (Conceptual Modelling Language), le formalisme de modélisation de connaissances de CommonKADS. Nous avons défini les syntaxes concrète et abstraite de CML, un paragrapheur PPML et une ébauche de sémantique statique sous TYPOL. Nous disposons ainsi d'un éditeur syntaxique CML et d'un vérificateur de type.

### 3.6 Application à l'accidentologie

*Participants* : Christelle Amergé, Stéphane Boyera, Olivier Corby, Rose Dieng, Alain Giboin, Sofiane Labidi, Stéphane Lapalut, Paul-André Tourtier

Nous avons proposé et mis en oeuvre un protocole de recueil auprès d'un groupe d'experts en accidentologie : deux psychologues spécialistes du comportement du conducteur, trois ingénieurs spécialistes de l'infrastructure et deux ingénieurs spécialistes du véhicule. Ce protocole repose sur des entretiens, des études de cas individuelles et collectives, des discussions collectives sur des cas résolus individuellement, avec différentes combinaisons (homogènes ou hétérogènes) des disciplines des experts.

Nous avons procédé à la modélisation des connaissances des experts de l'INRETS en analysant des articles ou rapports ainsi que les documents retranscrits des différentes séances de recueil d'expertise (entretiens comme études de cas), et en étant guidés par les modèles génériques offerts par la méthodologie d'acquisition CommonKADS et ceux développés par l'équipe (modèle d'agent). La diversité des séances de recueil nous a permis de construire des modèles d'expertise individuelle, des modèles d'expertise collective, des modèles d'expertise disciplinaire et de comparer différents modèles d'expertise. Nous avons mis en évidence que la tâche des experts de l'INRETS pouvait se représenter comme la combinaison d'une tâche de modélisation (i.e. reconstitution spatio-temporelle d'un scénario d'accident) et d'une tâche de diagnostic (i.e. analyse du dysfonctionnement du système Conducteur-Véhicule-Infrastructure (CVI)). Nous avons donc travaillé à la mise au point d'un modèle d'expertise CommonKADS pour l'accidentologie, en nous inspirant des modèles génériques offerts par CommonKADS pour la modélisation et le diagnostic. Nous avons décrit le modèle du domaine en accidentologie : il repose sur le système CVI et sur les diverses interactions entre ces composants. Nous avons déterminé différents indices permettant à l'expert de faire des hypothèses sur les facteurs accidentogènes liés à ces composants et pouvant expliquer un accident donné.

A partir des différents schémas de tâches décrits dans la méthode CommonKADS, nous avons mis au point notre propre schéma de tâche pour l'analyse et la modélisation des tâches des experts en accidentologie. Nous avons défini une procédure associée pour instancier ce schéma à partir des documents d'expertise disponibles.

Enfin, nous avons appliqué notre modèle d'agent cognitif à un groupe d'experts de l'INRETS coopérant pour résoudre un cas d'accident. Nous avons également construit les graphes de connaissances correspondants.

## 4 Actions industrielles

### 4.1 Aide à l'analyse d'accidents de la route

*Participants* : Christelle Amergé, Stéphane Boyera, Olivier Corby, Rose Dieng, Alain Giboin, Sofiane Labidi, Stéphane Lapalut, Paul-André Tourtier

#### CONVENTION MESR ET CONVENTION DRAST

Nous collaborons avec l'INRETS et l'Université Paris V sur le recueil et la modélisation des connaissances de plusieurs experts en accidentologie, en vue de la conception d'un système d'aide à l'analyse de l'accident de la route. Cette collaboration est financée par le Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche [13], et par la DRAST (Ministère de l'Équipement, des Transports et du Tourisme) [14]. Les travaux correspondants sont décrits dans le paragraphe 3.6.

### 4.2 Projet GENIE

*Participants* : Olivier Corby, Stéphane Boyera, Rose Dieng

Nous avons participé à la préparation du projet GENIE entre Dassault-Aviation, l'INRIA et des filiales de l'INRIA. Le projet ACACIA intervient dans les thèmes 3 “Mémoire Technique”, et 5 “Coopération d'Applications Hétérogènes”, avec pour partenaires Dassault-Aviation et ILOG. Nous allons travailler sur des extensions de la méthodologie d'acquisition des connaissances CommonKADS pour la multi-expertise : nous offrirons des bibliothèques de modèles de coopération, d'organisation ou de conflits entre experts. Nous étendrons également le modèle de conception de CommonKADS pour la construction de systèmes multi-agents. Les applications de ces travaux porteront sur la conception en aéronautique (thème 3) et sur la surveillance de l'environnement (thème 5).

### 4.3 Projet GRAFIA

*Participants*: Olivier Corby, Rose Dieng, Stéphane Lapalut, Philippe Martin

Le projet Acacia va participer au projet GRAFIA qui a été retenu par le PRC-IA en réponse à l'appel d'offres du Comité de pilotage inter-PRC, pour les projets finalisés devant être financés par le MESR. Ce projet vise la construction d'une boîte à outils pour la construction de systèmes à base de connaissances représentées à l'aide de graphes conceptuels : notre participation concernera essentiellement l'outil d'aide à l'acquisition de graphes conceptuels à partir de documents électroniques, et la comparaison entre plusieurs ontologies, avec application à l'accidentologie. Les autres partenaires sont le LIRMM, le CNAM et le LIPN<sup>3</sup>.

## 5 Actions nationales et internationales

### 5.1 Activités internationales

#### 5.1.1 Actions européennes

- Le projet ACACIA participe au BRA Working Group (MODELAGE) qui a pour objectif de proposer un *modèle formel d'agents intelligents coopérant*. Nous avons en particulier raffiné notre modèle d'agent cognitif pour l'acquisition des connaissances et réfléchi à la notion de bibliothèques d'agents génériques associés à des classes de problèmes comme en CommonKADS. Les autres partenaires sont l'université de Notre-Dame de la Paix (Belgique), Erasmus University (Pays-Bas), Imperial College et l'université de Keele (Royaume-Uni), INESC (Portugal), IP-CNR (Italie), NRCCL (Norvège), RWTH Aachen et T.U. Braunschweig (Allemagne).

Dans ce cadre, R. Dieng a participé au Specialist Meeting du sous-groupe *Agents for Diagnosis, Repair and Industrial Control*, à Amsterdam, en Août 1994.

- Trois bourses internationales (une bourse HCM et 2 bourses COTRAO) ont été obtenues pour des séjours d'étudiants post-

---

<sup>3</sup>Laboratoire d'Informatique de Paris-Nord

doctoraux dans le projet ACACIA (pendant 21 mois, 10 mois et 8 mois).

### 5.1.2 Organisation de conférences

- “*International Workshop on Cooperative Systems*” (COOP'95), Juan-les-Pins, 25-27 janvier 1995 : R. Dieng et A. Giboin (avec le groupe COOP dont ils font partie).

### 5.1.3 Comité de programme

- “*International Working Conference on Cooperating Knowledge Based Systems*” (CKBS'94), Keele, June 1994 : R. Dieng.
- “*International Workshop on Cooperative Systems*” (COOP'95), Juan-les-Pins, 25-27 janvier 1994 : R. Dieng et A. Giboin.

### 5.1.4 Collaborations

Nous collaborons avec le professeur M. Gammoudi de l'Université fédérale de Maranhao au Brésil pour la définition d'une méthode de classification automatique d'agents.

### 5.1.5 Invitations

Les chercheurs suivants ont visité le projet Acacia :

- Joost Breuker (Université d'Amsterdam, Pays-Bas),
- Carmelina Ruggiero (Université de Gênes, Italie).

R. Dieng a visité l'Université d'Amsterdam (Pays-Bas) et le Vrije Universität Brussels (Belgique). P.-A. Tourtier a visité l'Université de Kyoto (Japon).

## 5.2 Activités nationales

### 5.2.1 Comité de programme

- “*Journées sur l'Acquisition, la Validation et l'Apprentissage du PRC-GDR-IA*” (JAVA-94), Strasbourg, Mars 1994 : présidence du comité de programme, R. Dieng.

- “6èmes Journées sur l’Acquisition des Connaissances” (JAC-95) et “Journée commune JAC95-JFA95”, Grenoble, Avril 1995 : R. Dieng.

### 5.2.2 Dossier thématique

- Responsable du dossier “Explications” pour le *Bulletin de l’AFIA* (parution prévue pour janvier 1995) : A. Giboin.

### 5.2.3 Groupes de travail

- Groupe EXPLICATION (parrainé par PRC-IA/ AFCET/ AFIA) : C. Amergé et A. Giboin (qui est co-animateur de ce groupe).
- GEDIC (*Groupe d’Etudes sur les Dialogues Coopératifs*), projet du PRC-Sciences Cognitives : Ch. Amergé et A. Giboin.
- Groupe GRAPHES CONCEPTUELS (parrainé par le PRC-IA)) : O. Corby, R. Dieng, S. Lapalut et Ph. Martin.
- GRACQ (*“Groupe de Recherche en Acquisition des Connaissances”*) (parrainé par AFCET/AFIA).
- Groupe COOP (*“Acquisition et modélisation des connaissances pour un système d’assistance coopératif”*) : R. Dieng et A. Giboin.

### 5.2.4 Invitations

Les chercheurs suivants ont visité le projet Acacia :

- Michel Chein (LIRMM, Université de Montpellier),
- Bernard Espinasse (Institut Universitaire des Sciences pour l’Ingénieur de Marseille),
- Max Reinert (Université de Toulouse-Le Mirail).

### 5.2.5 Autres collaborations

- Utilisation des outils Centaur du projet CROAP et Grif du projet OPERA.

## 6 Diffusion des résultats

### 6.1 Diffusion de produits

- Diffusion d'une maquette de système explicatif "OrientExplain" au CNET dans le cadre d'un contrat de recherche.

### 6.2 Formation

#### 6.2.1 Enseignement universitaire

- Nous avons participé à la préparation de la nouvelle demande d'habilitation du DEA Informatique de l'Université de Nice Sophia-Antipolis, laboratoire I3S. O. Corby est responsable du module "Ingénierie des systèmes à base de connaissances" dans l'option "Objets et Systèmes d'Information (OSI)".
- ESSI 3ème année et DEA informatique Université de Nice Sophia Antipolis : Intelligence Artificielle, O. Corby responsable d'un module de 40H, donné en collaboration avec Anne-Marie Pinna-Dery.
- ESSI 3ème année : Interfaces graphiques homme-machine, A. Giboin a participé avec Anne-Marie Pinna-Dery à l'organisation d'un module de 48h où il donnera un cours d'ergonomie (12h).
- CERICS (Groupe CERAM) : Intelligence artificielle, R. Dieng responsable d'un module de 15h, donné en collaboration avec Wided Lejouad.
- ESSTIN 3ème année : CommonKADS (12h), S. Boyera.
- Université Paris-Nord, DESS Génie Informatique : Acquisition des connaissances (3h), R. Dieng.

#### 6.2.2 Thèses

- Le projet Acacia est équipe d'accueil de la formation doctorale du DEA Informatique de l'UNSA.
- Nous avons fait partie de 3 jurys de thèse (R. Dieng à Paris 6 et Paris-Sud ; O. Corby à l'UNSA).

### 6.2.3 Stages

- Nous avons accueilli deux stagiaires (2ème année de l'ESSI) : Eve Thiollier et Frédéric Lapierre, pendant deux mois chacun.

### 6.3 Participation à des manifestations

- Journées Graphes Conceptuels, Montpellier, 25 mars 1994 : communication de S. Lapalut.
- JAVA-94 : “*Journées Acquisition, Validation et Apprentissage*”, Strasbourg, mars-avril 1994 : communication de S. Boyera.
- 4th KADS Meeting, Bonn, 24-25 mars 1994 : S. Boyera.
- Groupe *Graphes Conceptuels*, Montpellier, 5-6 octobre 1994 : exposés de R. Dieng et Ph. Martin.
- ERGO-IA'94, Biarritz, octobre 1994 : communication de Ch. Amergé.
- Specialist Meeting of the Working Group MODELAGE, Amsterdam, (Pays-Bas), 15 août 1994 : exposé de R. Dieng.
- EKAW'94 : “*8th European Workshop on Knowledge Acquisition for Knowledge Based Systems*”, Hoegaarden, Belgique, 26-29 septembre 1994 : communications de R. Dieng et P.-A. Tourtier.
- Journées INRIA-Industrie, 29 Septembre 1994 : R. Dieng.
- SBIA'94 : XI Brazilian Symposium on Artificial Intelligence, Fortaleza, Brazil, 17-20 octobre 1994 : communication de S. Labidi.
- Université Fédérale de Maranhao, Brésil, octobre 1994 : exposé de S. Labidi.
- FGCS'94 Workshop on Heterogeneous Cooperative Knowledge-Bases, Tokyo, Japan, 15-16 décembre 1994 : communications de R. Dieng et P.-A. Tourtier,
- Atelier de Recherche sur “Modélisations d'explications sur un corpus de dialogues”, Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications, Paris, 15-16 décembre 1994 : communication d'A. Giboin.
- Rencontres INRIA Inter-projets d'IA, Nancy, 20-21 décembre 1994 : R. Dieng et A. Giboin.

## 7 Publications

### Articles et chapitres de livre

- [1] R. DIENG, O. CORBY, S. LABIDI, «Agent-Based Knowledge Acquisition», *in : A Future for Knowledge Acquisition: Proc. of the 8th European Knowledge Acquisition Workshop, EKAW'94*, L. Steels, G. Schreiber, et W. V. de Velde (éd.), Springer-Verlag, Hoegaarden, Belgium, septembre 1994, p. 63–82.
- [2] R. DIENG, O. CORBY, S. LAPALUT, «Acquisition and Exploitation of Gradual Knowledge», *Accepté pour publication dans la revue Knowledge Acquisition*, 1995.
- [3] P.-A. TOURTIER, S. BOYERA, «Validating at Early Stages with a Causal Simulation Tool», *in : A Future for Knowledge Acquisition: Proc. of the 8th European Knowledge Acquisition Workshop, EKAW'94*, L. Steels, G. Schreiber, et W. V. de Velde (éd.), Springer-Verlag, Hoegaarden, Belgium, septembre 1994, p. 303–317.

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

- [4] C. AMERGÉ, O. CORBY, «Acquisition de connaissances pour des explications en contexte d'évaluation : application à une tâche de conception», *in : ERGO-IA '94*, p. 681–692, Biarritz, octobre 1994.
- [5] S. BOYERA, P.-A. TOURTIER, O. CORBY, «Simuler le comportement macroscopique d'un modèle conceptuel d'expertise», *in : Actes des 5èmes Journées d'Acquisition des Connaissances (JAC-94)*, p. P-1–P-14, Strasbourg, mars 1994.
- [6] R. DIENG, O. CORBY, S. LABIDI, «Expertise conflicts in knowledge acquisition», *in : Proc. of the 8th International Workshop on Knowledge Acquisition for Knowledge Based Systems (KAW-94)*, 2, p. 23–1–23–19, Banff, Canada, 30 janvier - 4 février 1994.
- [7] R. DIENG, S. LABIDI, S. LAPALUT, P. MARTIN, «Comparaison de graphes conceptuels dans le cadre de l'acquisition des connaissances à partir de multiples experts», *in : Actes des Journées "Graphes Conceptuels"*, p. 172–184, LIRMM, Montpellier, mars 1994.
- [8] R. DIENG, «Agent-Based Method for Building a Cooperative Knowledge-Based System», *in : Proc. of the Fifth Generation Computer Systems 1994 (FGCS'94) Workshop on Heterogeneous Cooperative Knowledge-Bases*, p. 237–251, Tokyo, Japan, décembre 1994.
- [9] M. M. GAMMOUDI, S. LABIDI, «An Automatic Generation of Consensual Rules between Experts using Rectangular Decomposition of a Binary Re-

- lation», *in : Proc. of the XI Brazilian Symposium on Artificial Intelligence (SBIA '94)*, p. 441–455, Fortaleza, Brazil, 17-20 octobre 1994.
- [10] A. GIBOIN, «Référenciation évaluative et référenciation énonciative dans les dialogues explicatifs “de GENE” », *in : Actes de l'atelier de recherche “Modélisations d'explications sur un corpus de dialogues”*, p. 69–85, Ecole nationale supérieure des télécommunications, Paris, 15-16 décembre 1994.
- [11] P.-A. TOURTIER, «A flexible facilitator-based cooperation framework», *in : Proc. of the Fifth Generation Computer Systems 1994 (FGCS'94) Workshop on Heterogeneous Cooperative Knowledge-Bases*, p. 101–110, Tokyo, Japan, décembre 1994.
- [12] M. ZACKLAD, GROUPE COOP, «Preliminaires pour le développement d'une méthodologie de modélisation de la coopération Homme-Machine», *in : ERGO-IA '94*, p. 406–421, Biarritz, octobre 1994.

### Rapports de recherche et publications internes

- [13] C. AMERGÉ, S. BOYERA, O. CORBY, R. DIENG, A. GIBOIN, S. LABIDI, S. LAPALUT, «Acquisition et modélisation des connaissances dans le cadre d'une coopération entre plusieurs experts : Application à un système d'aide ‘ l'analyse de l'accident de la route », *Rapport final du contrat MRE n° 92 C 0757*, décembre 1994.
- [14] C. AMERGÉ, O. CORBY, R. DIENG, D. FLEURY, A. GIBOIN, S. LABIDI, S. LAPALUT, «Acquisition et modélisation des connaissances dans le cadre d'une coopération entre plusieurs experts : Application à un système d'aide ‘ l'analyse de l'accident de la route », *Rapport intermédiaire du contrat DRAST n° 93. 0033*, décembre 1994.

## 8 Abstract

The ACACIA project is a multidisciplinary project that aims at offering models, methods and tools in order to help the knowledge engineer to acquire (i.e. elicit and model) knowledge from multiple expertise sources (experts or documents). The purpose is to capitalize expertise on a given field or to build a knowledge-based system.

### 8.1 Research Actions

For knowledge acquisition from multiple experts, we defined a protocol for elicitation of expertise from a group of experts. We proposed a model of cognitive agent for guiding knowledge acquisition and we

proposed several techniques of comparison of multiple expertise models: comparison of knowledge graphs, generation of consensus rules. We also developed an architecture of cognitive agent and a platform for building multi-agent applications.

We analysed explanatory dialogues among experts solving cooperatively a problem and we determined the explanatory strategies appearing in such dialogues. We improved our explanatory text planner developed last year. We studied a modelling of evaluation activity.

We proposed techniques for analysing expertise documents, in order to model the underlying expertise or explanatory knowledge. We also developed a tool allowing to build conceptual graphs from electronic documents and managing hypertext links between elements of documents and the conceptual graphs of a base.

We proposed several methods for acquiring qualitative knowledge such as *topoi* and we improved our qualitative reasoning engine for performing simulations on knowledge graphs, in order to validate the acquired knowledge.

## 8.2 Industrial and International Partnerships

The project is funded by:

- the French Ministry of Research and Space and the French Ministry of Equipment, Transportation and Tourism: knowledge acquisition from multiple experts in analysis of road accidents. This research is carried out in collaboration with INRETS and the Paris V University.
- the GENIE project between Dassault-Aviation and INRIA: we take part in the research on the topics “Technical Memory” and “Cooperation of heterogeneous applications”.
- the Esprit BRA Working Group MODELAGE on “*A Common Formal Model of Cooperating Intelligent Agents*”, coordinated by the University Notre-Dame de la Paix, Namur, Belgium.

## Table des matières

<b>1</b>	<b>Composition de l'équipe</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Présentation des objectifs</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Actions de recherche</b>	<b>3</b>
3.1	Acquisition des connaissances, multi-expertise et systèmes multi-agents . . . . .	3
3.1.1	Modèle d'agent cognitif pour l'acquisition des connaissances . . . . .	4
3.1.2	Modélisation de l'activité coopérative . . . . .	4
3.1.3	Modélisation de la coopération entre experts . . . . .	5
3.1.4	Comparaison entre graphes de connaissances . . . . .	5
3.1.5	Génération de règles consensuelles . . . . .	5
3.1.6	Architecture d'agent cognitif . . . . .	6
3.1.7	Systèmes multi-agents . . . . .	6
3.2	Acquisition des connaissances et explications . . . . .	7
3.2.1	Analyse et modélisation des besoins d'explication et des stratégies d'explication . . . . .	7
3.2.2	Les processus de référence dans l'interaction explicative . . . . .	8
3.2.3	Modélisation de l'activité d'évaluation des explications . . . . .	9
3.2.4	Conception d'un système explicatif . . . . .	9
3.3	Acquisition des connaissances à partir de documents électroniques . . . . .	9
3.3.1	Outil d'aide à la construction de graphes conceptuels à partir de documents électroniques . . . . .	10
3.3.2	Approche statistique pour l'analyse de documents . . . . .	11
3.4	Acquisition des connaissances et raisonnement qualitatif . . . . .	11
3.4.1	Acquisition de connaissances graduelles . . . . .	11
3.4.2	Moteur de simulation qualitative . . . . .	11

3.5	Outil pour décrire des modèles d'expertise . . . . .	12
3.6	Application à l'accidentologie . . . . .	12
<b>4</b>	<b>Actions industrielles</b>	<b>14</b>
4.1	Aide à l'analyse d'accidents de la route . . . . .	14
4.2	Projet GENIE . . . . .	14
4.3	Projet GRAFIA . . . . .	15
<b>5</b>	<b>Actions nationales et internationales</b>	<b>15</b>
5.1	Activités internationales . . . . .	15
5.1.1	Actions européennes . . . . .	15
5.1.2	Organisation de conférences . . . . .	16
5.1.3	Comité de programme . . . . .	16
5.1.4	Collaborations . . . . .	16
5.1.5	Invitations . . . . .	16
5.2	Activités nationales . . . . .	16
5.2.1	Comité de programme . . . . .	16
5.2.2	Dossier thématique . . . . .	17
5.2.3	Groupes de travail . . . . .	17
5.2.4	Invitations . . . . .	17
5.2.5	Autres collaborations . . . . .	17
<b>6</b>	<b>Diffusion des résultats</b>	<b>18</b>
6.1	Diffusion de produits . . . . .	18
6.2	Formation . . . . .	18
6.2.1	Enseignement universitaire . . . . .	18
6.2.2	Thèses . . . . .	18
6.2.3	Stages . . . . .	19
6.3	Participation à des manifestations . . . . .	19
<b>7</b>	<b>Publications</b>	<b>20</b>

<b>8 Abstract</b>	<b>21</b>
8.1 Research Actions . . . . .	21
8.2 Industrial and International Partnerships . . . . .	22