



INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE EN INFORMATIQUE ET EN AUTOMATIQUE

## *Projet ECOO*

# *Middleware pour le travail coopératif sur Internet*

*Lorraine*

THÈME 3A

*R*apport  
*d'Activité*

2002



## Table des matières

<b>1. Composition de l'équipe</b>	<b>1</b>
<b>2. Présentation et objectifs généraux</b>	<b>1</b>
<b>3. Fondements scientifiques</b>	<b>2</b>
3.1. Modélisation des procédés, Workflow	2
3.1.1. Généralités	2
3.1.2. ECOO et la coordination de tâches	2
3.2. Transactions coopératives	2
3.2.1. Généralités	2
3.2.2. ECOO et les transactions coopératives	3
3.3. Gestion de versions et de configurations	3
3.3.1. Généralités	3
3.3.2. ECOO et la gestion de versions et configurations	3
3.4. Éditeurs synchrones temps réel.	3
3.4.1. Généralités	3
3.4.2. ECOO et les éditeurs synchrones	3
3.5. Analyse des usages	4
3.5.1. Généralités	4
3.5.2. ECOO et les usages	4
<b>4. Domaines d'application</b>	<b>4</b>
<b>5. Logiciels</b>	<b>4</b>
5.1. Introduction	4
5.2. ToxicFarm : services pour héberger une équipe virtuelle	4
5.3. Bonita : composants de workflow flexible.	5
5.4. Bibliothèque de visualisation de TreeMaps et d'arbres hyperboliques	5
<b>6. Résultats nouveaux</b>	<b>5</b>
6.1. Cohérence des données coopératives	5
6.1.1. Cohérence de données sémantiquement liées	5
6.1.1.1. Workflow avancé coopératif	5
6.1.1.2. Perspectives.	5
6.1.2. Cohérence de copies	6
6.1.2.1. Perspectives	6
6.2. Conscience de groupe, visualisation et mise en contexte	6
6.2.1. Perspectives	7
6.3. Présentation et négociation de services Web	7
6.3.1. Gestion de la confidentialité dans les procédés interorganisationnels.	7
6.3.2. Un Modèle Orienté Services Procédés pour l'Interconnexion et la Coopération des Procédés d'Entreprises.	8
6.3.3. Modélisation et support des tâches en collaboration à forte composante décisionnelle	8
<b>7. Contrats industriels</b>	<b>8</b>
7.1. RNTL Libresource : plate-forme de développement coopératif de logiciel et d'animation des communautés (2002-2004)	8
7.2. RIAM Coopera : apprentissage du travail coopératif sur Internet par les enfants des écoles (2002-2004)	8
7.3. EAST EEA (2001-2004)	9
7.4. Visualisation et recherche de références médicales à base de « Treemap » et d'arbres hyperboliques (avec la « American National Librar of Medecine ») (2002-2003)	9
7.5. Eureka Knowledge Valorization Matrix (2001-2003)	9

---

7.6.	Définition d'un portail de coopération avec 3GBooster (2001-2002)	10
<b>8.</b>	<b>Actions régionales, nationales et internationales</b>	<b>10</b>
8.1.	Actions régionales	10
8.2.	Actions nationales	10
8.3.	Actions européennes	10
8.3.1.	Réseau thématique UEMML, IST-2001-34229	10
8.4.	Actions Internationales	11
8.4.1.	ARC Irex Grant UNSW-INRIA	11
8.4.2.	Thèse en co-tutelle avec le LIFIA, La Plata, Argentine	11
8.4.3.	Contrat avec la American Library of Medicine	11
8.4.4.	Participation à des comités de programme	11
8.5.	Visites, et invitations de chercheurs	11
<b>9.</b>	<b>Diffusion des résultats</b>	<b>11</b>
9.1.	Animation de la Communauté scientifique	11
9.2.	Enseignement	11
<b>10.</b>	<b>Bibliographie</b>	<b>12</b>

# 1. Composition de l'équipe

*ECO*O est un projet du LORIA (UMR 7503) commun au CNRS, à l'INRIA, à l'Université Henri POINCARÉ Nancy 1, à l'Université Nancy 2 et à l'Institut National Polytechnique de Lorraine.

## Responsable scientifique

Claude Godart [Professeur UHP, ESSTIN]

## Assistante de projet

Antoinette Courrier [Personnel CNRS]

## Personnel Université

Khalid Benali [Maître de conférences, Université Nancy 2]

Nacer Boudjlida [Professeur UHP]

Gérôme Canals [Maître de Conférences, Université Nancy 2]

François Charoy [Maître de conférences, Université Nancy 2]

Jean-Claude Derniame [Professeur, ENSEM INPL]

Jacques Lonchamp [Professeur, Université Nancy 2]

Pascal Molli [Maître de conférences, UHP]

Olivier Perrin [Maître de conférences, Université Nancy 2, en délégation à l'INRIA (depuis le 01/09/2002 jusqu'au 30/08/2004)]

Hala Skaf-Molli [Maître de conférences, UHP]

## Chercheurs doctorants

Karim Baïna [boursier MENRT]

Sami Bhiri [boursier MENRT]

Julia Bitcheva [boursière FT R&D]

Christophe Bouthier [boursier BDI/RÉGION]

Alicia Diaz [Thèse en co-tutelle avec le LIFIA, La Plata, Argentine]

Walid Gaaloul [boursier INRIA]

Gérald Oster [boursier INRIA]

Frank Wynen [Thèse de mémoire CNAM, boursier INRIA]

## Chercheurs post-doctorants

Daniela Grigori [Hasso Plattner Institute, Postdam, Germany]

Samir Tata [ATER UHP]

## Ingénieurs experts

Miguel Faura Valdès [depuis le 01/10/2001 jusqu'au 30/09/2003]

Sebastien Jourdain [depuis le 01/09/2002 jusqu'au 30/09/2003]

Abdelhalim Lahrlimi [depuis le 01/10/2001 jusqu'au 38/02/2003]

Marc Patten [depuis le 01/09/2000 jusqu'au 30/08/2002]

## Collaborateur extérieur

Gilles Hallin [Maître de conférences, Université Nancy 2, chercheur au CRAI]

## Chercheur invité

Gakuhito Hirasawa [Building Research Institute, Tokyo, Japan (9 mois)]

# 2. Présentation et objectifs généraux

**Mots clés :** *Cohérence de copies, Cohérence de données, Conscience de groupe, Communication, Coopération, Coordination, Edition coopérative, Entreprise virtuelle, Equipe virtuelle, e-learning, Génie Logiciel Distribué Coopératif, Interopérabilité, Mobilité, Procédé, Services Web, Transaction, Workflow.*

Le projet ECOO s'intéresse au développement de services Web pour l'hébergement d'équipes et d'entreprises distribuées (ou virtuelles) sur Internet. Les services considérés incluent des services [14] :

- de partage d'objets,
- de communication,
- de gestion de tâches,
- de maintien d'une conscience de groupe,
- d'aide à la prise de décisions.

L'approche ECOO se caractérise par le fort accent mis sur l'aide à la coordination d'une équipe distribuée, problème crucial du fait de la perte d'unité de lieu liée à la distribution. On distingue :

- la coordination explicite fondée sur l'hypothèse qu'il est possible de formaliser les procédés de travail et de les contrôler sur le terrain,
- la coordination implicite basée sur l'idée que si les partenaires reçoivent, au bon moment, la bonne information sur ce que font les autres, cette information va générer de la communication qui conduira à l'auto-coordination de l'équipe.

Les problèmes difficiles abordés dans ce cadre concernent principalement :

- la mise en cohérence des copies d'une même donnée modifiées en mode multi-synchrone,
- la mise en cohérence de données sémantiquement liées et modifiées en mode multi-synchrone,
- la capture et la visualisation des informations aidant à la réalisation d'une conscience de groupe,
- la mise en oeuvre de ces services sur le Web.

Les applications que nous visons sont les applications coopératives créatives : co-conception et/ou de co-ingénierie dans des domaines variés (Génie Logiciel, BTP), éducation coopérative, ...).

## 3. Fondements scientifiques

### 3.1. Modélisation des procédés, Workflow

#### 3.1.1. Généralités

Un axe important de notre projet de recherche concerne la coordination par la modélisation explicite des procédés. Les modèles de workflow actuels sont un bon point de départ pour cette modélisation, mais la sémantique des opérateurs de coordination actuels [30] sont trop rigides pour bien modéliser la subtilité des interactions caractéristiques des applications coopératives.

#### 3.1.2. ECOO et la coordination de tâches

Une première approche consiste à étendre l'approche workflow en développant des opérateurs (nouveaux opérateurs et/ou nouvelle sémantique) mieux adaptés aux applications qui nous intéressent, mais en conservant les qualités des modèles de workflow, en particulier la simplicité de modélisation. On se place dans le cadre du *workflow transactionnel* afin d'assurer des garanties bien spécifiées. Un blocage essentiel est lié au fait que les opérateurs de coordination traditionnels supposent l'enchaînement de tâches atomiques, de type boîte noire, alors que l'interaction entre activités (l'échange de résultats en cours d'exécution) nous semble caractéristique de la coopération qui nous intéresse. Une contrainte est que les nouveaux opérateurs que nous développerons complètent et s'intègrent aux opérateurs existants. Nous appelons un tel nouveau modèle de workflow « modèle de workflow avancé » ou « modèle de procédé ».

Un second objectif est, comme dans un environnement il n'existe pas un mais des procédés qui sont en général de nature différente, de définir et d'outiller un cadre permettant leur intégration.

### 3.2. Transactions coopératives

#### 3.2.1. Généralités

Bon nombre de modèles effectifs de coordination de tâches font l'hypothèse que les tâches s'exécutent comme des boîtes noires, de façon isolée. Pour mettre en oeuvre ce principe de façon simple, ils s'appuient sur les

modèles de transactions traditionnels (les transactions ACID). L'intérêt est que les transactions déchargent complètement les programmeurs des problèmes liés au parallélisme. Malheureusement, l'interaction entre tâches (l'échange de résultats en cours d'exécution) est caractéristique de la coopération qui nous intéresse est antagoniste au principe d'ACIDité. Pour cela, nous proposons de faire évoluer les modèles transactionnels existants pour contrôler des exécutions non isolées de façon aussi simple.

### 3.2.2. ECOO et les transactions coopératives

Pour répondre aux objectifs et aux problèmes que nous venons de soulever, nous avons défini un nouveau modèle de transaction [1] dans la veine des modèles de transactions avancées [26]. Cela comprend un nouveau critère de correction (la COO-sérialisabilité) et un nouveau protocole (COO).

Dans la veine de [28], et dans le souci d'intégration de procédés souligné ci-dessus, nous nous intéressons à la concurrence des accès entre procédés transactionnels. Cela implique, d'une part l'étude des relations entre les COO-transactions et d'autres modèles de transactions avancées, d'autre part un approfondissement du comportement des COO-transactions en cas de défaillance (fonctionnement anormal).

## 3.3. Gestion de versions et de configurations

### 3.3.1. Généralités

Un des domaines où le travail coopératif en réseau est organisé depuis longtemps est celui du développement de logiciel. Des outils comme RCS ou CVS sont utilisés depuis des années par des milliers de développeurs de logiciel. On peut même dire que le paradigme *copier/modifier/fusionner* (*copy/modify/merge*) est ce qui se fait de plus concret en terme de coopération à large échelle. Mais force est de constater que ce modèle, qui fonctionne entité par entité, s'il est très opérationnel, n'en est pas moins assez primaire di point de vue de la cohérences des données partagées.

### 3.3.2. ECOO et la gestion de versions et configurations

Le paradigme *copier/modifier/fusionner* a fortement influencé notre vue de la coopération est reste un composant sous-jacent important de notre modèle de coopération. Mais notre objectif est de l'intégrer à d'autres principes et mécanismes pour :

- mieux intégrer le travail les phases de travail synchrone et les phases de travail asynchrone pour une plus grande richesse des interactions coopératives. Ainsi, nous cherchons une relation entre le paradigme « copier/modifier/fusionner » et les algorithmes de fusion de traces des éditeurs synchrones pour permettre un passage cohérent du mode de travail asynchrone au mode de travail synchrone, et réciproquement,
- mieux prendre en compte les liens sémantiques entre plusieurs objets.

## 3.4. Editeurs synchrones temps réel.

### 3.4.1. Généralités

Les éditeurs synchrones en temps réel permettent de maintenir « au plus tôt » la cohérence de deux ou plusieurs copies d'un même objet modifiées en même temps par des utilisateurs distribués. Ils sont au monde synchrone ce que les gestionnaires de versions sont au monde asynchrone. Ils se basent sur des techniques de fusion de traces en temps réel.

### 3.4.2. ECOO et les éditeurs synchrones

Nous nous appuyons sur ces techniques de fusion de traces dans tout ce qui nécessite une vue synchrone de plusieurs utilisateurs, y compris la visualisation synchrone en temps réel de la divergence entre des utilisateurs travaillant en mode asynchrone. Nous exploitons aussi une relation entre les algorithmes de fusion de traces et le paradigme « copier/modifier/fusionner » pour permettre un passage cohérent du mode de travail asynchrone au mode de travail synchrone, et réciproquement, en particulier pour améliorer la phase de réconciliation des copies divergentes.

## 3.5. Analyse des usages

### 3.5.1. Généralités

Le travail coopératif contient une forte dimension *relations humaines*. Une mauvaise appréhension de cette dimension conduit inévitablement au rejet des solutions informatiques proposée. Une connaissance des usages dans les applications considérées est requise.

### 3.5.2. ECOO et les usages

La recherche sur les usages relève plus du domaine des sciences sociales et humaines que de celui des sciences informatiques. Notre approche ici est de nous entourer de collaborateurs nous permettant de mieux connaître les usages courants de façon à les intégrer très tôt dans nos réflexions. Nous comptons en particulier ici sur nos implications industrielles (cf. 7.1).

On s'appuiera également sur les travaux dans le domaine du CSCW <sup>1</sup>.

Si l'objectif est d'obtenir une meilleure acceptation des services développés, c'est aussi de susciter de nouveaux usages : si les nouveaux usages sont le fruit d'une hybridation d'usages existants, l'usage des nouvelles technologies est aussi à inventer [29].

## 4. Domaines d'application

Nos travaux visent les applications coopératives en général, avec un effort porté plus particulièrement sur les applications de co-conception et de co-ingénierie, mettant en œuvre des participants distribués dans le temps, l'espace et éventuellement les organisations. Il s'agit typiquement d'entreprises connectées à travers Internet qui coopèrent à la conception et/ou la réalisation d'un produit commun (développement coopératif de logiciel, co-conception et co-ingénierie dans le BTP ...) mais aussi d'entités plus spécialisées, par exemple des enfants des écoles apprenant ensemble le travail distribué et l'Internet (e-learning).

## 5. Logiciels

### 5.1. Introduction

Tous les logiciels cités ci-dessus sont des logiciel libres.

### 5.2. ToxicFarm : services pour héberger une équipe virtuelle

**Participants :** Pascal Molli [responsable], François Charoy, Claude Godart, Sébastien Jourdain, Gérald Oster, Marc Patten, Miguel Faura Valdès.

Toxic permet à une équipe virtuelle de s'organiser et de travailler. Il se situe dans la lignée d'outils comme BSCW, TeamScope ou SourceForge avec un focus particulier sur la coordination d'une équipe virtuelle.

Il intègre des services de partage d'objets, de communication, de gestion de tâche et d'« awareness ». Le partage d'objets permet la stockage de fichiers versionnés sécurisés par un système de contrôle de droits d'accès et un système de contrôle de la concurrence fondé sur des transactions coopératives. On y trouve les moyens de communication synchrones et asynchrones classiques dans l'état de l'art courant. La gestion de tâches permet la gestion simultanée de tâches peu définies (« to-do-lists ») et de workflows flexibles adaptés aux applications créatives. ToxicFarm se démarque aussi de la concurrence par une conscience de groupe plus riche, une perception des actions des différents utilisateurs plus fine et plus active (« activity awareness », « state awareness », « divergence awareness ») et une visualisation efficace (« treemaps, hyperbolic trees ») de ces informations.

ToxicFarm est développé avec une technique WEB simple (HTTP, PHP, Mysql ...) qui permet sa mise en œuvre rapide. Une version à base de composants JEE (Botule) est en cours de développement pour permettre un meilleur passage à l'échelle.

---

<sup>1</sup>CSCW : Computer-Supported Cooperative Work



Pour plus d'information sur ToxicFarm : <http://www.inria.fr/valorisation/logiciels/cooperation.fr.html>. ToxicFarm est utilisé dans le cadre des projets Coopera et PureSource.

### 5.3. Bonita : composants de workflow flexible.

**Participants :** François Charoy [responsable], Claude Godart, Miguel Faura Valdès.

Bonita est un ensemble de composants de workflow flexible (<http://toxic.loria.fr:8080/herostruts>).

Le moteur de workflow est construit avec des EJB (Enterprise Java Beans) conformes à la plateforme J2EE (Java 2 Platform, Enterprise Edition), version Jboss (<http://www.jboss.org>). Une version Jonas (<http://www.objectweb.org>) est en cours.

### 5.4. Bibliothèque de visualisation de TreeMaps et d'arbres hyperboliques

**Participants :** Christophe Bouthier [responsable], Gêrôme Canals.

La première bibliothèque (Java) permet la visualisation par des *treemaps* sous différentes formes (<http://www.inria.fr/valorisation/logiciels/cooperation.fr.html>).

La seconde bibliothèque (Java) permet la visualisation par des arbres hyperboliques sous différentes formes (<http://www.inria.fr/valorisation/logiciels/cooperation.fr.html>).

Cette bibliothèque est utilisée dans le projet avec l'*American National Library of Medicine* pour faire de la recherche d'information, en particulier de références bibliographiques (cf. 7.4).

## 6. Résultats nouveaux

### 6.1. Cohérence des données coopératives

On considère dans cette partie deux dimensions : la mise en cohérence de données différentes liées par des contraintes sémantiques et modifiées par des activités différentes, et la mise en cohérence (réconciliation) de plusieurs copies d'une même donnée modifiées simultanément par des activités différentes. Dans le cadre des applications qui nous intéressent, ces deux dimensions doivent être considérées ensemble du fait de la non isolation intrinsèque des activités coopératives.

#### 6.1.1. Cohérence de données sémantiquement liées

**Participants :** Sami Bhiri, François Charoy, Walid Gaaloul, Claude Godart, Daniela Grigori, Hala Skaf-Molli.

##### 6.1.1.1. Workflow avancé coopératif

La contribution essentielle sur ce thème est dans l'approfondissement et la mise en oeuvre du modèle de workflow coopératif COO-Flow [27][5]. Les principes de l'anticipation du démarrage d'une activité même si toutes les conditions classiques d'activation ne sont pas réunies et de l'échange contrôlé de résultats intermédiaires entre activités) ont été mis en oeuvre dans le logiciel Bonita (cf. 5.3) sous la forme de composants de systèmes de workflows flexibles.

##### 6.1.1.2. Perspectives.

Dans le cadre des applications que nous privilégions, force est de constater qu'il est illusoire de considérer qu'il existe un modèle canonique de procédés (ou workflow avancé), ne serait-ce que par la nature intrinsèquement ascendante et fragmentée des procédés à considérer. Pourtant ces procédés interagissent entre eux et doivent se synchroniser. Nous abordons ce problème selon les axes complémentaires suivants :

- gestion de la concurrence des accès de procédés transactionnels. On peut s'appuyer sur les travaux de [28] en l'étendant pour la prise en compte de transactions coopératives. Cela implique également un approfondissement du comportement de ces transactions en cas de défaillance,

- la découverte et l'intégration de procédés. Pour la découverte, on aura une approche opportuniste en exploitant au mieux le contexte des applications à synchroniser, et en particulier la connaissance des interactions et des conflits liés au partage de ressource. Le modèle de procédé transactionnel évoqué ci-dessus sera une composante centrale du modèle d'intégration de procédés.

En relation avec la mise en cohérence de copies, nous nous intéressons à l'utilisation des contraintes d'intégrité pour simplifier et accélérer la réconciliation de copies distribuées (cf. 6.1.2).

La problématique de la coopération a des connexions importantes avec celle de la mobilité (travail déconnecté) et nous nous intéressons aux modèles de transactions pour les applications mobiles. Nous participons dans ce sens à l'action spécifique du CNRS « Mobilité et accès aux données ».

### 6.1.2. Cohérence de copies

**Participants :** Sebastien Jourdain, Pascal Molli, Gerald Oster, Hala Skaf-Molli.

Nous développons un concept original d'environnement SAMS pour Synchronique, Asynchrone et Multi-Synchronique. Un tel environnement permet d'adapter la façon de travailler du groupe aux conditions de travail.

Le travail synchrone semble plus adapté pour les phases de résolutions de conflits, le travail asynchrone pour les phases d'intégration et le travail multi-synchrone pour les phases de production. Dans cet environnement, il est possible à tout moment, *pour tout ou partie de groupe* de travailler dans le mode de son choix tout en garantissant les propriétés de convergence, causalité et intention.

Pour ce faire, nous avons étendu l'approche transformationnelle pour y intégrer le travail déconnecté [21]. Nous avons ensuite construit un premier éditeur SAMS sur données partagées XML [20]. Ce prototype peut-être testé en ligne à l'adresse suivante : <http://woinville.loria.fr/sams>.

Pour assurer les propriétés de convergence, causalité et préservation d'intention, les fonctions de transformation doivent vérifier les propriétés suivantes :

- $C1 : op_1 \circ T(op_2, op_1) \equiv op_2 \circ T(op_1, op_2)$ .  
 $T(op_2, op_1)$  signifie que  $op_2$  est transformée selon  $op_1$ .
- $C2 : T(op_3, op_1 \circ T(op_2, op_1)) = T(op_3, op_2 \circ T(op_1, op_2))$

La preuve de ces conditions est longue et complexe. Nous coopérons avec le projet CASSIS à la preuve automatique de ces propriétés en utilisant le prouveur automatique SPIKE. Nous avons développé un jeu prouvé de transformées pour XML. Ce résultat est publié au workshop du domaine [3]. Nous continuons notre coopération à la preuve automatique des conditions  $C3$  et  $C4$  introduites dans. Ces travaux ont été réalisés en partie dans le cadre de l'action spécifique du CNRS « Mobilité et accès aux données ».

#### 6.1.2.1. Perspectives

Si on laisse des copies diverger, que ce soit pour du travail de groupe ou pour du travail mobile, la phase critique est la phase de réconciliation des copies. L'approche transformationnelle fournit une solution originale. La fusion d'opérations concurrentes est déléguée à des fonctions de transformation qui exploitent la sémantique des opérations concurrentes. La fusion obtenue est alors beaucoup plus fine, plus générale et plus sûre que les solutions ad-hoc existantes actuellement. Malheureusement, si la divergence entre les copies augmente, alors la qualité de la réconciliation se dégrade de manière proportionnelle. Notre approche consiste à converger vers un état de réconciliation contenant des conflits. La gestion des objets conflits est alors traitée comme n'importe quel objet partagé en utilisant des transformées. Pour être capable de mettre en oeuvre cette approche, il faut répondre aux questions : quand créer ces objets conflits ? comment les résoudre de manière collaborative ? comment les représenter ?

## 6.2. Conscience de groupe, visualisation et mise en contexte

**Participants :** Christophe Bouthier, Gerôme Canals, Alicia Diaz, Abdelhalim Larhlimi.

L'objectif de ce travail est de concevoir et expérimenter des mécanismes adaptatifs pour diffuser et visualiser des informations liées à la conscience de groupe dans un environnement ou une application collaboratif. Les

mécanismes actuels sont très uniformes, dans le sens où la diffusion et la visualisation de ces informations sont les mêmes pour tous les participants, et souvent basés sur des événements de bas niveau sémantique. Notre objectif est d'améliorer la pertinence des informations produites par ce type de mécanisme en le rendant capable d'adapter ses résultats aux besoins des utilisateurs particuliers. L'approche utilisée est basée sur une représentation explicite du contexte de travail des utilisateurs (activités, objectifs, documents utilisés, position relationnelle ...). Ceci permet de

- contextualiser les informations produites, et donc d'améliorer leur niveau sémantique. On se base ici notamment sur des techniques statistiques et des réseaux bayésiens,
- mettre plus finement en relation les sources d'information et les receveurs potentiels. On développe ici des techniques de mesure de distance de contexte pour évaluer l'intérêt potentiel d'une information pour un utilisateur,
- prendre des décisions sur les modalités de visualisation d'une information pour un utilisateur donné. On applique ici des techniques à base de règles.

Parallèlement, nous mettons en oeuvre des techniques de visualisation adaptés à de grands volumes d'information hiérarchiques[12]. Le domaine d'expérimentation exploré actuellement concerne la gestion collaborative de connaissances d'une entreprise.

#### 6.2.1. Perspectives

Nos perspectives actuelles sont les suivantes :

- à court terme, expérimenter et valider les mécanismes déjà conçus. Ceci aura pour cadre le projet Eureka KVM,
- à moyen terme (2 ans), élargir le champ d'application de l'infrastructure au cas de la gestion d'une mémoire collective dans une communauté de pratique. L'idée est d'enrichir le modèle de contexte avec des éléments concernant la connaissance partagée et émergente au sein d'une communauté, et d'utiliser le système à base de règles pour accumuler cette connaissance.
- à plus long terme, l'objectif est de rendre le mécanisme capable d'adaptation au contexte d'utilisation : localisation, mode d'accès, type d'appareil utilisé. Ceci passe par une extension du modèle de contexte.

## 6.3. Présentation et négociation de services Web

### 6.3.1. Gestion de la confidentialité dans les procédés interorganisationnels.

**Participants :** Sami Bhiri, Julia Bitcheva, Claude Godart, Olivier Perrin, Frank Wynen.

La modélisation des procédés inter-organisationnels pose des problèmes d'interopérabilité des systèmes mais aussi des savoir-faires et des cultures. Si la normalisation apporte des solutions à l'interopérabilité des systèmes, les autres aspects sont encore très mal compris et donc peu outillés. Les problèmes sont liés d'une part au besoin de confidentialité des entreprises impliquées pour protéger leur savoir-faire, d'autre part à l'hétérogénéité de ces savoir-faires : il faut être capables d'abstraire, de publier, de rechercher et négocier des fragments de procédés, tout en maintenant le niveau de confidentialité requis. Dans cet objectif, nous définissons le concept de point de synchronisation pour la validation et/ou la réorganisation dynamique de procédés conceptuels [22][8]). Un point de synchronisation peut être vu comme une activité multi-partenaires qui s'intègre aux procédés de plusieurs partenaires, pas forcément tous, pour en assurer la synchronisation. Le point de synchronisation requiert une certaine visibilité des procédés internes à chaque organisation pour en assurer le contrôle et l'évolution en fonction des résultats de ce contrôle, mais l'objectif est de restreindre cette visibilité au maximum pour un maximum de confidentialité. Ce travail s'effectue dans le cadre d'une bourse R&D en relation avec l'Unité de Lannion. Un objectif est la mise en oeuvre d'un service Web permettant à des PME d'« interconnecter leur procédés ».

### 6.3.2. *Un Modèle Orienté Services Procédés pour l'Interconnexion et la Coopération des Procédés d'Entreprises.*

**Participants :** Karim Baina, Khalid Benali, Samir Tata.

Constatant qu'un système de gestion de procédés joue le rôle de fédérateur du savoir-faire d'une entreprise à travers la description, la gestion de ses méthodes de travail et la définition de la stratégie d'externalisation des activités de l'entreprise vers des entreprises tierces, nous avons considéré l'interconnexion des procédés d'entreprises comme la gestion des échanges de besoins (services procédés requis) et de compétences (services procédés fournis) entre les entreprises [7]. Notre modèle détaille ce paradigme de coopération par échange de services procédés à travers la formalisation et le développement d'« une approche orientée services procédés » répondant à nos besoins par un cadre souple et générique de coopération interentreprises. Ce paradigme se concrétise par la définition, la publication, la recherche, la négociation et l'interconnexion de services procédés [7][25].

### 6.3.3. *Modélisation et support des tâches en collaboration à forte composante décisionnelle*

**Participants :** Jacques Lonchamp.

Un nouveau paradigme de support aux équipes virtuelles, intitulé « Collaboration Flow Management », a été proposé et présenté à DEXA 2002 [18]. Un « Collaboration Flow Management System » (CFMS) permet à une équipe virtuelle de gérer le flot de sessions collaboratives qu'elle génère de manière opportuniste. Ce flot inclut des meetings virtuels (sessions synchrones) et des exécutions de fragments de modèles de procédés collaboratifs (sessions asynchrones). Toutes ces sessions sont orientées vers la résolution des problèmes liés, soit aux artefacts du projet, soit à la création du contexte partagé nécessaire à la collaboration (terminologie, ontologies, connaissances partagées, ...), soit à la définition dynamique du flot de collaboration lui-même. Un prototype de CFMS (DOTS) a été réalisé (<http://dots-cfms.sourceforge.net> [17]).

## 7. Contrats industriels

### 7.1. **RNTL Libresource : plate-forme de développement coopératif de logiciel et d'animation des communautés (2002-2004)**

**Participants :** Pascal Molli [responsable], François Charoy, Claude Godart, Sébastien Jourdain, Gérald Oster, Marc Patten, Miguel Valdes.

Les partenaires du projet LibreSource (ex. PureSource) sont la société Artenum, l'INRIA, les Universités Henri Poincaré-Nancy 1 et Nancy 2, et l'Université Paris 7-Denis Diderot.

L'objectif de LibreSource <http://www.libresource.org> est de développer une plate-forme intrinsèquement modulaire, intégrant les briques indispensables à la mise en place d'applications collaboratives métiers, dédiées par exemple à la gestion des projets de développement logiciel tout au long de leur cycle de vie.

LibreSource est une plate-forme libre au sens du RNTL. Elle a pour vocation de devenir un élément structurant des secteurs informatiques industriels et académiques. Plus spécifiquement des capacités d'hébergement seront dédiées à des projets issus de la communauté du libre.

Le comité d'orientation du projet est constitué des principaux « grands comptes » du développement de logiciel.

Le projet LibreSource sera développé avec l'environnement Toxic Farm <http://woinville.loria.fr> et l'environnement LibreSource sera une évolution de l'environnement ToxicFarm.

### 7.2. **RIAM Coopera : apprentissage du travail coopératif sur Internet par les enfants des écoles (2002-2004)**

**Participants :** François Charoy [responsable], Claude Godart, Pascal Molli, Marc Patten, Miguel Valdes.

Le projet Coopera <http://www.loria.fr/equipes/ecoo/coopera/> est un projet de recherche développement mené par l'entreprise Jeriko, très présente dans le marché du Multimédia interactif, l'équipe ECOO, le projet Codisant de l'université de Nancy 2 et le laboratoire Gr@mmsci de l'Université de Bordeaux 3.

Ce projet a pour but de mettre au point et d'expérimenter une plate-forme coopérative à destination des écoles et des collèges. Cette plate-forme doit permettre à des classes ou à des groupes d'élèves de coopérer à travers Internet pour mener à bien des projets de différents ordres. L'objectif pédagogique est d'apprendre aux enfants à travailler et à coopérer dans le monde de l'Internet. Dans ce projet, à forte composante d'analyse d'usages, l'équipe Ecoo fournit la plate-forme ToxicFarm pour l'adapter à un nouveau public. Cette expérience doit nous permettre en outre de valider les hypothèses faites au cours du développement de la plate-forme dans un contexte spécifique. Une pré-expérience a été conduite en mai et juin 2002. Cette étape initiale nous a permis de dégager les évolutions nécessaires pour l'expérience de plus grande importance qui doit courir sur l'année scolaire 2002/2003 et qui va impliquer plusieurs écoles de Nancy, des collèges de Bordeaux et de Marseille.

Le projet Coopera est développé avec l'environnement Toxic Farm <http://woinville.loria.fr> et l'environnement Coopera <http://woinville.loria.fr/coopera> spécialise le noyau ToxicFarm.

### 7.3. EAST EEA (2001-2004)

**Participants :** Olivier Perrin [responsable], Claude Godart, Frank Wynen.

Le projet européen EAST EEA s'inscrit dans la continuité du projet AEE. Son objectif consiste à fournir une architecture électronique embarquée en proposant la définition d'une architecture ouverte qui réalise l'interopérabilité entre les composants matériels et les applications logicielles, le tout dans un environnement distribué. Cette architecture sera composée de plusieurs niveaux, et sera distribuée et ouverte, permettant ainsi de proposer à la fois des interfaces et des services pour la conception et la gestion de composants électroniques et des logiciels associés. La tâche dans laquelle nous sommes impliqués concerne l'étude et la réalisation d'un environnement logiciel permettant l'intégration des procédés de conception et de développement de telles architectures, et des outils de développement associés. Cela passe par la proposition et la mise en oeuvre de procédés coopératifs de conception et de développement pour les partenaires (e-engineering).

EEA est un projet Information Technology for European Advancement qui regroupe la majeure partie des constructeurs automobiles européens - Volvo, Audi, BMW, Fiat, Daimler Chrysler, Opel, PSA, Renault, SAAB, VW - et des équipementiers - Magneti Marelli, Bosch, Siemens VDO Automotive, Valeo, ZF.

### 7.4. Visualisation et recherche de références médicales à base de « Treemap » et d'arbres hyperboliques (avec la « American National Librar of Medecine ») (2002-2003)

**Participant :** Christophe Bouthier [responsable].

La NLM possède sur son site web les archives d'un grand nombre de document reliés à la médecine, accessible à tous. Cependant, le nombre de document est tellement élevé que la navigation dans la base est difficile. Même avec un système de recherche, le nombre de documents retournés est trop élevé pour être facilement exploitable. Pour dépasser cette limite, une interface, sous la forme d'une application Web exploitant la librairie libre « Treemap Java Library » (<http://treemap.sourceforge.net/>) et permettant une navigation plus aisée dans la base elle-même mais aussi dans les résultats d'une recherche, est en cours de développement. L'utilisateur pourra naviguer dans le treemap en cliquant sur les données ou sur les catégories de données pour avoir une vue en détail (zoom) ou plus générale.

### 7.5. Eureka Knowledge Valorization Matrix (2001-2003)

**Participants :** Gérôme Canals [responsable], Claude Godart, Abdelhalim Lahrlimi.

L'objectif du projet KVM (<http://www.loria.fr/projets/kvm/>) est le développement d'outils pour aider l'entreprise dans sa gestion de connaissance, à savoir des outils :

- de structuration, codification et représentation de son portefeuille de connaissance,

- d'analyse stratégique de cette connaissance,
- d'intégration et de partage de la connaissance au sein de l'entreprise.

KVM est un projet Eureka ((No 2432) auquel participe l'entreprise française KAPPA, l'entreprise britannique HTTP Software et l'INRIA Lorraine (projets ECOO, MAIA et ORPAILLEUR).

## 7.6. Définition d'un portail de coopération avec 3GBooster (2001-2002)

**Participants :** Pascal Molli [responsable], Claude Godart, Gérald Oster.

La société 3GBOOSTER nous a soumis un problème au travers d'une application de prise de rendez-vous par internet. Réaliser une telle application en utilisant les dernières technologies en matière de services web ne pose pas de problèmes particulier. Cependant, le carnet de rendez-vous est en soit une application temps réel pour le professionnel utilisant ce carnet. Toute panne du système hébergeant les « web services » ou panne réseau ne serait-ce qu'une demi-heure est inacceptable dans ce contexte. Il faut donc rendre compatible ici l'approche "web services" où les données et le contrôle de l'application sont hébergées chez un fournisseur de services et la nature temps réel de la prise de rendez-vous. Ce contexte nous a permis d'expérimenter une variante des algorithmes de transformées opérationnelles. Nous considérons dans ce contexte le carnet de rendez-vous comme un éditeur multi-synchrone. Dans ce cadre les données sont répliquées sur le poste ou PDA du professionnel et chez le fournisseur de web-services. L'approche transformées opérationnelles nous permet de spécifier des politiques de resynchronisation plus fiables et plus intelligentes que ce qui actuellement disponible sur le marché des "synchroniseurs". Nous travaillons actuellement à l'adaptation de cette approche "éditeurs multi-synchrones" à des portails de coopérations supportant le travail multi-synchrones.

Le projet est financé par la CUGN (Communauté Urbaine du Grand Nancy).

## 8. Actions régionales, nationales et internationales

### 8.1. Actions régionales

Ecoo a des relations avec plusieurs startups lorraines : Jean-Claude Derniame est un des fondateurs de la société Lorasi.fr. Nous collaborons avec la société 3GBooster (voir 7.6).

Ecoo participe au CPER « Intelligence Logicielle » dans l'axe « Qualité et sûreté Logicielle », projet VXP (Virtual Extrême Programming), et l'axe « Bio-informatique » [15].

Les membres d'ECOO ont fait plusieurs interventions dans le cadre de LoriaTech.

Nous collaborons avec le CRAI (Centre de Recherche en Architecture et Ingénierie) de Nancy sur le thème e-ingénierie, e-conception dans le domaine du BTP.

Claude Godart est membre du conseil scientifique de l'ESSTIN.

### 8.2. Actions nationales

Ecoo participe à l'action spécifique du département STIC du CNRS « Accès aux données/Mobilité » et au groupe de travail 2.1 "SGBD Avancés" du PRC I3.

Nous participons à plusieurs contrats avec des entreprises nationales (voir 7.1).

### 8.3. Actions européennes

#### 8.3.1. Réseau thématique UEML, IST-2001-34229

**Participants :** Nacer Boudjlida [responsable], Khalid Benali.

La modélisation d'une entreprise peut se définir comme son aptitude à expliciter et externaliser sa structure, son organisation, ses domaines de compétences, son savoir faire, etc. L'objectif du réseau thématique UEML (Unified Enterprise Modelling Language, (<http://www.ueml.org>) est de définir, valider et diffuser un ensemble de concepts et de services communs pour la modélisation d'entreprise, en vue de favoriser l'intégration et

l'interopérabilité de modèles ainsi que l'échange et le partage de connaissances et d'expertise tant au sein d'une entreprise, qu'entre des réseaux d'entreprises ou des entreprises virtuelles. Concrètement, il s'agit (i) d'essayer de parvenir à un consensus, au niveau Européen, sur ce que doit être un langage de modélisation d'entreprises et (ii) de montrer les bénéfices d'une telle approche par le développement d'un démonstrateur supportant une partie des concepts et des services d'UEML. La participation à ce réseau nous a permis de formuler deux expressions d'intérêt (*Expression of Interest*) dans le cadre du 6ème *Framework Programme*, l'une dans un réseau d'excellence et l'autre dans un projet intégré. Les partenaires de l'INRIA dans UEML sont l'Université de Namur (Belgique), L'Université de Turin (Italie), L'Université Polytechnique de Valence (Espagne), Computas AS (Norvège), Fraunhofer Institut Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik (FhG-IPK) de Berlin (Allemagne) et CIMOSA Association Stuttgart (Allemagne). Le CRAN Nancy est sous-traitant de L'INRIA dans ce projet.

Nous participons également à plusieurs contrats européens (voir 7.1).

## 8.4. Actions Internationales

### 8.4.1. ARC Irex Grant UNSW-INRIA

Nous interagissons depuis plusieurs années avec des membres des écoles *Information Management* et *Computer Sciences and Engineering* de l'UNSW (University of New South Wales) à Sydney sur les thèmes (awareness, patrons de coopération, services Web). Cette coopération a été labellisée cette année par un Irex Grant de l'ARC (Australian Research Council).

### 8.4.2. Thèse en co-tutelle avec le LIFIA, La Plata, Argentine

Thèse de Alicia Diaz en co-tutelle entre le LIFIA à La Plata (gestion d'une mémoire collective dans une communauté de pratique).

### 8.4.3. Contrat avec la American Library of Medicine

Visualisation et recherche de références médicales à base de « Treemap » et d'arbres hyperboliques.

### 8.4.4. Participation à des comités de programme

Khalid Benali a été membre du comité de programme de MCSEAI'02. Nacer Boudjlida a été membre du comité de programme de MCSEAI'02. C. Godart a été et est membre des comités de programme de CSES'02, Globecomm'02, HealthComm'02, Witasi'02, CSES'02. Pascal Molli a été membre de la conférence FIDJI'02.

## 8.5. Visites, et invitations de chercheurs

Daniela Grigori un séjour de 6 mois à l'Université Hasso Plattner Institute à Postdam chez le professeur Weske.

Gakuhito Hirasawa, Building Research Institute, Tokyo, a fait un séjour de 9 mois dans ECOO (Bourse ERCIM).

## 9. Diffusion des résultats

### 9.1. Animation de la Communauté scientifique

Gérôme Canals est coordinateur de groupe de travail 2.1 « SGBD Avancés » du PRC I3. Il est membre du comité directeur de ce PRC. Il a organisé les assises du PRC I3 à Nancy.

### 9.2. Enseignement

Les enseignants chercheurs du projet interviennent dans les formations nancéiennes des universités Henri Poincaré Nancy 1, Nancy 2 et INPL à différents niveaux, y compris en 3ème cycle (DEA, ESIAL, ENSEM, ESSTIN, ISIAL, Mines).

## 10. Bibliographie

### Bibliographie de référence

- [1] G. CANALS, C. GODART, P. MOLLI, M. MUNIER. *A Criterion to Enforce Correctness of Indirectly Cooperating Applications*. in « Information Sciences », volume 110/3-4, September, 1998, pages 279-302.
- [2] C. GODART, G. CANALS, F. CHAROY, P. MOLLI, H. SKAF. *Designing and Implementing COO : Design Process, Architectural Style, Lessons learned*. in « ICSE 18 (International Conference On Software Engineering) », IEEE Publishing Computer Society Press, pages 342-352, Mars, 1996.

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

- [3] I. ABDESSAMAD, P. MOLLI, G. OSTER, M. RUSINOWITCH. *Development of Transformation Functions Assisted by a Theorem Prover*. in « Fourth International Workshop on Collaborative Editing 2002, New Orleans, Louisiana, USA », novembre, 2002.
- [4] K. BAÏNA, J. BAÏNA, S. BAÏNA, S. BAÏNA, C. HUMBERT, J.-C. HUMBERT. *Bio-expert : Knowledge Management Platform and Experiment for Bio-Medical e-Learning*. in « 4th International Workshop on Enterprise Networking and Computing in Health Care Industry, Technically co-sponsored by IEEE - HEALTHCOM'02, Nancy », pages 138-141, juin, 2002, <http://www.loria.fr/publications/2002/A02-R-057/A02-R-057.ps>.
- [5] K. BAÏNA, F. CHAROY, C. GODART, D. GRIGORI, S. EL HADRI, H. SKAF, S. AKIFUJI, T. SAKAGUCHI, Y. SEKI, M. YOSHIOKA. *CORVETTE : A Cooperative Workflow Development Experiment*. in « 3rd IFIP Working Conference on Infrastructures for Virtual Enterprises - PRO-VE'2001, Sesimbra, Portugal », mai, 2002.
- [6] K. BAÏNA, S. DUSTDAR. *Web-Services Coordination Model*. in « Second International Workshop on Cooperative Internet Computing, in cooperation with VLDB 2002 - CIC'2002, Hong Kong, China », Hong Kong Polytechnic University, Kluwer Academic Publisher, août, 2002, <http://www.loria.fr/publications/2002/A02-R-160/A02-R-160.ps>.
- [7] K. BAÏNA, S. TATA, K. BENALI. *Un modèle d'interaction de services pour la coopération des procédés*. in « 7ème Conférence Maghrébine des Sciences Informatiques - MCSEAI'02, Annaba, Algérie », volume 2, pages 189-201, mai, 2002.
- [8] J. BITCHEVA, O. PERRIN, C. GODART. *Cooperative Process Cooperation*. in « 6th IASTED International Conference on Software Engineering and Applications - SEA'2002, Cambridge, MA, USA », IASTED, novembre, 2002.
- [9] N. BOUDJLIDA, R. BENFERROUDJ. *Une architecture à base de médiateurs pour la gestion de compétences*. in « 7th Maghrebian Conference on Software Engineering and Artificial Intelligence - MCSEAI'02, Annaba, Algérie », volume 2, pages 275-284, mai, 2002.
- [10] N. BOUDJLIDA. *A Mediator-Based Architecture for Capability Management*. in « 6th IASTED International Conference Software Engineering and Applications - SEA'2002, Cambridge, USA », pages 45-50, novembre, 2002, <http://www.loria.fr/publications/2002/A02-R-228/A02-R-228.ps>.



- [11] N. BOUDJLIDA. *De la technologie Bases de données à la technologie Web*. in « 7th Maghrebian Conference on Software Engineering and Applications - MCSEAI'02, Annaba, Algérie », mai, 2002.
- [12] C. BOUTHIER. *Using TreeMaps and Hyperbolic Trees for Statistical Medical Data Visualization*. in « 4th International Workshop on Enterprise Networking and Computing in Healthcare Industry - HEALTHCOM'2002, Nancy, France », Jean-Pierre Thomesse, éditeurs IEEE., juin, 2002.
- [13] P. CANALDA, C. GODART. *Coopetitive Multi-Enterprises Process Modelling : Principles and Guidelines on Reports*. in « 7th Magrebian Conference on Software Engineering and Artificial Intelligence - MCSEAI 2002, Annaba, Algeria », pages 304, mai, 2002, 7th Magrebian Conference on Computer Sciences.
- [14] F. CHAROY, C. GODART, P. MOLLI, G. OSTER, M. PATTEN, M. VALDES. *Services for Virtual Teams Hosting : ToxicFarm Introduction*. in « Second International Workshop on Cooperative Internet Computing - CIC 2002, Hong Kong, China », pages 105-112, août, 2002.
- [15] M.-D. DEVIGNES, M. SMAÏL, N. BOUDJLIDA. *Collecte de données biologiques à partir de sources multiples et hétérogènes. Vers une structure de médiation conviviale et orientée source*. in « Journées scientifiques sur le Web sémantique , Paris, France », J. Charlet, P. Laublet, C. Raynaud, octobre, 2002, <http://www.lalic.paris4.sorbonne.fr/stic/octobre/programme0209.html>.
- [16] C. GODART. *Tutorial : Les outils du travail coopératif. Un point de vue ingénierie des données*. in « 18eme Journées Bases de Données Avancées - BDA'02, Evry, France », octobre, 2002.
- [17] J. LONCHAMP. *An Object-oriented Collaboration Flow Management System for Virtual Team Support* . in « 8th International Conference on Object-Oriented Information Systems - OOIS'02, Montpellier, France », série Lecture notes in Computer Science, volume 2425, Springer-Verlag, éditeurs C. R. Z. BELLAHSÈNE., pages 445-457, septembre, 2002.
- [18] J. LONCHAMP. *Collaboration Flow Management : a New Paradigm for Virtual Team Support* . in « 13th International Conference on Database and Expert Systems Applications - DEXA 2002, Aix-en-Provence, France », série Lecture notes in Computer Science, volume 2453, Springer-Verlag, éditeurs R. T. A. HAMEURLAIN., pages 70-80, septembre, 2002.
- [19] M. MARTINEZ, J. C. DERNIAME, P. DE LA FUENTE. *A method for the dynamic generation of virtual versions of evolving documents*. in « ACM Symposium on Applied Computing (Special track on Digital Libraries) - SAC'2002, Madrid, Spain », ACM, ACM, pages 476-482, mars, 2002.
- [20] P. MOLLI, H. SKAF, G. OSTER, S. JOURDAIN. *SAMS : Synchronous, Asynchronous, Multi-Synchronous Environments*. in « Computer Supported Cooperative Work in Design - CSCWD'02, Rio de Janeiro, Brazil », septembre, 2002, <http://www.loria.fr/publications/2002/A02-R-157/A02-R-157.ps>.
- [21] P. MOLLI, H. SKAF-MOLLI, G. OSTER. *Divergence Awareness for Virtual Team through the Web*. in « Integrated Design and Process Technology - IDPT'2002, Pasadena, CA, USA », Society for Desing and Process Science, juin, 2002.
- [22] O. PERRIN, C. GODART. *A Mail and XML based Protocol to Support Workflow Interoperability*. in « 20th IASTED International Conference on Applied Infomatics ,International Symposium on Software Engineering,

Databases and Applications - AI 2002, Innsbruck, Austria », volume 3, IASTED, ACTA Press, éditeurs M. HAMZA., février, 2002.

- [23] J. RILLING, A. SEFFAH, C. BOUTHIER. *The CONCEPT Project - Applying Source Code Analysis to Reduce Information Complexity of Static and Dynamic Visualization Techniques*. in « Workshop on Visualizing Software for Understanding and Analysis - VISSOFT'2002, Paris, France », IEEE, juin, 2002.
- [24] S. TATA, C. GODART, U. K. WILL. *Policies for Cooperative Hypermedia Systems*. in « Proceedings of the Thirteenth ACM Conference on Hypertext - Hypertext 2002, Baltimore, MD, USA », ACM Press, pages 140-141, juin, 2002.

## Bibliographie générale

- [25] K. BAÏNA. *Un modèle orienté procédés pour l'interconnexion et la coopération des procédés d'entreprise*. Thèse d'université, Université Henri Poincaré - Nancy 1, novembre, 2003.
- [26] éditeurs A. ELMAGARMID., *Database transaction models for advanced applications*. Morgan Kauffman, 1992.
- [27] D. GRIGORI. *Éléments de flexibilité des systèmes de workflow pour la définition et l'exécution de procédés coopératifs*. Thèse d'université, Université Henri Poincaré - Nancy 1, novembre, 2001.
- [28] H. SCHULDT, G. ALONSO, C. BEERI, H.-J. SCHEK. *Atomicity and Isolation for Transactional Processes*. in « ACM TODS », numéro 1, volume 27, 2002, pages 1-53.
- [29] F. TELECOM. *Conseil Scientifique*. in « Memento No 10 », 1997.
- [30] WFMC. *Workflow Management Coalition*. rapport technique, AIIM, 1995.