

*Projet Caravel**Systemes de médiation d'information**Rocquencourt*

THÈME 3A



*R*apport
d'Activité

2002

Table des matières

1. Composition de l'équipe	1
2. Présentation et objectifs généraux	1
3. Fondements scientifiques	2
4. Domaines d'application	3
5. Logiciels	4
5.1. Introduction	4
5.2. Le Select	4
5.3. DIVA	4
6. Résultats nouveaux	5
6.1. Introduction	5
6.2. Accès à des ressources distribuées	5
6.2.1. Intégration de ressources hétérogènes au moyen de patterns d'accès : méthodologie et optimisation.	5
6.2.2. Algorithmes d'indexation multidimensionnelle	6
6.3. Production de données dérivées	7
6.3.1. Dataflow scientifiques pour le GRID	7
8. Actions régionales, nationales et internationales	8
8.1. Actions régionales	8
8.2. Actions européennes	8
8.2.1. Environnement et climat DECAIR	8
8.2.2. Padoue	9
8.2.3. DataGraal	9
8.2.4. Past	9
8.3. Actions internationales	10
8.3.1. Europe	10
8.3.2. Amérique du Nord	10
8.3.3. Amérique du Sud et Amérique Centrale	10
9. Diffusion des résultats	10
9.1. Animation de la Communauté scientifique	10
9.2. Enseignement	11
10. Bibliographie	11

1. Composition de l'équipe

Responsable scientifique

Eric Simon [DR Inria]

Responsable permanent

François Llibat [CR]

Chercheur Inria

Luc Bouganim [CR]

Assistante de projet

Elisabeth Baqué [AI]

Ingénieurs experts

Mokrane Amzal

Françoise Fabret

Doctorants

Aurelian Lavric [boursier MESR, université de Paris VI]

Jean-Pierre Matsumoto [université de Paris VI]

Cristian Saita [université de Versailles]

Stagiaires

Lucian Precup [Université Paris VI, stage de DEA]

Gabriel Kaltman [Université Paris VI, stage de DEA]

Zidane Djamal [Université Versailles, stage DEA]

Iulia Comsa [Ecole Polytechnique de Bucarest]

Iulian Mihai [Ecole Polytechnique de Bucarest]

Adrian Dragusanu [Ecole Polytechnique de Bucarest]

Paul Guyot [Université Paris VI, stage d'été]

Jérémy Baumont [Université Paris VI, stage d'été]

Julien Chandezon [Université Paris VI, stage d'été]

2. Présentation et objectifs généraux

L'énorme quantité d'informations aujourd'hui disponible sur le Web et la très grande disparité de ces informations aussi bien dans leur contenu que dans leur mode d'accès, rendent bien souvent laborieuse la recherche de données précises. Chacun aimerait avoir accès à une vue intégrée et à jour de ces informations, ce qui suppose à la fois une structuration uniforme et cohérente des sources d'information et des modes d'interrogation adaptés aux besoins de l'utilisateur. Le projet Caravel répond à ce problème fondamental d'intégration de sources d'informations au travers de deux grands thèmes de recherche complémentaires :

- Thème 1 : il s'agit de faciliter la publication de ressources dans un réseau ainsi que l'accès à ces ressources au moyen de langages de haut niveau. Les ressources peuvent être des données (structurées ou non) ou des services (bibliothèques, programmes scientifiques, sites Web, etc), l'ensemble formant un *système d'information global*. Deux difficultés majeures se posent : réduire considérablement l'effort de développement nécessaire à la publication de ressources et mettre au point des méthodes d'optimisation pour les langages de haut niveau proposés.
- Thème 2 : il s'agit de faciliter la production de données élaborées à partir de données et de services publiés dans le système d'information global. Les principales difficultés à résoudre sont d'une part d'intégrer des données hétérogènes de façon cohérente, correcte et efficace, et, d'autre part d'assembler judicieusement des programmes disparates dans une chaîne de traitement de données et enfin d'exécuter efficacement de telles chaînes de traitement.

L'action menée dans le premier thème s'inscrit dans la problématique de l'accès efficace aux ressources du système d'information global. L'action menée dans le second thème s'intéresse aux workflow scientifiques distribués sur le réseau : comment les spécifier, comment les exécuter efficacement.

Les techniques conçues dans ces actions de recherche prennent la forme de langages de bases de données, de modèles de données ou d'algorithmes. Ces techniques sont implantées dans des composants logiciels modulaires qui s'interfacent entre des applications clientes et des serveurs d'information selon un modèle d'architecture à trois-tiers. D'un point de vue stratégique, nous concevons des composants logiciels facilement assemblables entre eux, ce qui facilite leur utilisation combinée dans le déploiement d'applications et permet une grande synergie entre les différentes actions de recherche du projet. De plus, nous nous efforçons d'expérimenter nos composants dans le cadre d'applications réelles en collaboration avec des partenaires utilisateur via des contrats industriels.

Faits marquants :

Deux événements ont particulièrement marqué cette année. Le premier événement est la mise en place d'un projet de création d'une start-up d'édition de logiciels basé sur le transfert industriel du logiciel Le Select développé dans l'équipe depuis 1998. Ce projet, porté par Eric Simon, a fait l'objet d'un contrat d'incubation avec INRIA Transfert en novembre 2001. Le contrat a été renouvelé une fois jusqu'à la fin décembre 2002. Les participants au projet de création de start-up sont Mokrane Amzal, Françoise Fabret et François Llibat, tous trois membres de l'équipe Caravel, ainsi que Daniel Krob qui est directeur de recherche au CNRS. Durant la période du contrat d'incubation, les participants au projet se sont fortement impliqués dans la réalisation d'adaptations du logiciel Le Select afin de permettre son intégration dans un système de traçabilité de la production industrielle pour le secteur de l'agro-alimentaire. Cette implication s'est effectuée dans le cadre d'un contrat de développement passé entre l'INRIA et la société Trace One.

Le second événement est la transformation du projet Caravel en un projet commun entre l'INRIA et l'Université de Versailles Saint Quentin. Ce projet, baptisé SMIS (« Systèmes de Mediation d'Information Sécurisé ») élargit le domaine de recherche de l'équipe Caravel en abordant les problèmes liés à la sécurité des données et à la gestion de profils utilisateurs et en approfondissant les problèmes liés à l'intégration de données. Une présentation du projet a été effectuée devant le comité des projets de Rocquencourt qui a donné un avis favorable à sa création. Le projet débutera au 1er Janvier 2003.

3. Fondements scientifiques

L'histoire de la recherche en bases de données est exceptionnelle par sa productivité, son transfert industriel et son impact économique. Reconnue depuis un peu plus de 20 ans comme une discipline de recherche de base par les Etats-Unis suivis par la plupart des pays industrialisés, la recherche en bases de données a été conduite d'abord dans les laboratoires des grands groupes industriels pour être généralisée ensuite aux laboratoires publics et universités. Les Systèmes de Gestion de Bases de Données (SGBD) sont aujourd'hui des logiciels de base essentiels dans tout système d'information. Intuitivement, un SGBD permet à des utilisateurs de poser avec une certaine souplesse des requêtes pour manipuler (rechercher et modifier) une grande masse de données persistantes. Il doit contrôler la concurrence de ces accès tout en garantissant la cohérence, l'intégrité, la confidentialité et la sécurité des données.

Depuis l'apparition vers la fin des années 60 des premiers SGBD hérités des systèmes de gestion de fichiers, d'importants résultats théoriques et pratiques ont ponctué l'histoire des bases de données. L'invention du *modèle relationnel* en 1970 est l'événement le plus marquant (il a valu à son auteur, Tedd Codd, le prix Turing de l'ACM en 1982). Le modèle relationnel a permis d'établir les fondements mathématiques qui manquaient au domaine et a ouvert de grandes perspectives de recherche, notamment en conception de schémas normalisés et en langages de requêtes déclaratifs. Les premières retombées de ces recherches ont été de faciliter l'administration et la manipulation de bases de données et d'accroître la productivité des utilisateurs.

Cependant, la puissance des langages relationnels qui permettent d'exprimer des requêtes complexes a longtemps posé des problèmes de performances. Ceux-ci ont été progressivement résolus par des efforts continus, durant plus de quinze ans, en recherche et développement, avec en particulier des algorithmes efficaces pour traiter les opérateurs relationnels, des techniques d'optimisation de requêtes, le support intégré efficace des transactions et l'exploitation du parallélisme pour exécuter les opérateurs relationnels sur calculateur multiprocesseur. Ces deux derniers points ont valu à Jim Gray le prix Turing de l'ACM en 1998.

Depuis 1981, les projets Sabre puis Rodin ont participé activement à ce mouvement de la recherche en concevant et en expérimentant des techniques afin d'améliorer les fonctionnalités et les performances des SGBD. Ces techniques ont pris la forme de langages et de modèles à base de règles et d'objets qui étendent la puissance d'expression des modèles de bases de données existant, d'algorithmes d'optimisation de langages de bases de données ainsi que d'algorithmes et de structures de données pour l'exécution d'opérations coûteuses de bases de données et pour l'exécution concurrente de transactions. Diverses collaborations avec des industriels (surtout via des contrats européens) nous ont permis d'évaluer nos solutions dans des systèmes complets impossibles à développer dans le contexte d'un projet Inria (e.g., évaluation de nos algorithmes d'optimisation de requêtes pour bases de données parallèles sur le système DBS3 de Bull sur machine KSR, ou évaluation d'un protocole de contrôle de concurrence dans le système Validity développé par la société NCM). Enfin, ces collaborations ont donné lieu à des transferts industriels de logiciels (e.g., Omnis, Disco) ou de solutions intégrées à des produits (e.g., O2 Engine, Java Universal Binding).

Avec la création du projet Caravel, nous avons redéfini notre problématique de recherche autour de l'intégration d'information dans un réseau composé de sources d'information hétérogènes et autonomes. Deux raisons principales fondent nos décisions. La première est l'évolution des applications de base de données résultant des progrès technologiques, de l'explosion du Web et de l'internet, ainsi que de l'importance croissante des applications d'aide à la décision. La deuxième raison est le degré de maturité auquel sont parvenus les SGBD commercialisés. Ce dernier point a deux conséquences : d'une part certains problèmes sont maintenant considérés comme résolus et d'autre part, les industriels sont souvent les mieux placés pour continuer à améliorer les performances et les fonctionnalités des noyaux de SGBD. Nos recherches actuelles s'appuient considérablement sur notre expérience en conception de langages et de modèles de bases de données ainsi qu'en algorithmes d'exécution distribuée d'opérations de bases de données et d'optimisation de langages.

4. Domaines d'application

La stratégie du projet Caravel repose sur des collaborations avec des partenaires utilisateurs dans des contrats de recherche à finalité applicative. Cette stratégie nous permet de mieux comprendre les besoins d'applications complexes dans le domaine de l'intégration d'information et d'identifier des problèmes de recherche nouveaux (e.g., modèle de workflow scientifiques, modèle et algorithmes pour le nettoyage de données, middleware pour les applications scientifiques). De plus, la collaboration avec des utilisateurs nous offre les moyens d'expérimenter nos solutions dans des contextes d'utilisation réelle.

Jusqu'à présent, le projet s'est surtout intéressé aux systèmes d'information pour l'environnement car c'est un domaine d'application très riche en problèmes d'intégration d'information : les problèmes d'intégration se posent à grande échelle, les sources d'information ont une forte autonomie due à la pluridisciplinarité du domaine et l'intégration d'information est nécessaire aux nombreuses applications d'aide à la décision. Le choix d'un domaine d'application nous a permis d'accumuler depuis cinq ans une expertise reconnue, ce qui facilite le développement de nouvelles collaborations et l'approfondissement des problèmes de recherche qui nous concernent. Les applications principales sur lesquelles nous avons travaillé durant les dernières années sont la gestion de ressources naturelles en zones côtières (projet européen Thetis), la prédiction de la qualité de l'air en milieu urbain (projet européen Decair) et l'analyse des phénomènes de bio-corrosion sur les plates-formes pétrolières (projet Ecobase). Les projets Thetis et Ecobase ont pris fin l'an dernier, le projet Decair s'est poursuivi et s'est achevé cette année.

Durant l'année en cours, nous avons capitalisé sur l'expérience acquise dans les problèmes d'intégration d'informations hétérogènes et autonomes rencontrés dans le domaine de l'environnement. Fort de cette expérience, nous avons abordé le domaine de la santé dans lequel se pose aussi le problème d'intégration d'information. C'est ainsi que nous avons travaillé sur un projet destiné à fédérer des bases d'information en neuroimagerie (projet Neurobase). Nous travaillons aussi dans le cadre de l'ACI GRID dans deux projets. Notre contribution concerne la gestion de dataflow scientifiques dans le contexte de médiation d'information (projet DataGraal), et le développement d'une architecture de système chargé d'assurer l'interopérabilité de données et de traitements disponibles sur un réseau, et de supporter la mise au point de chaînes de traitement de l'information (projet Padoue).

5. Logiciels

5.1. Introduction

Cette année, nous avons poursuivi notre effort sur le développement de composants logiciels qui intègrent des solutions élaborées au cours de nos recherches. Un point important est la mise au point de méthodes de développement et l'utilisation d'outils de génie logiciel destinés à améliorer la robustesse et la pérenité de nos logiciels.

Notre effort a porté sur l'amélioration de notre prototype Le Select et sur le développement du prototype DIVA.

5.2. Le Select

Participants : Mokrane Amzal, Eric Simon [correspondant], Aurelian Lavric, Jean-Pierre Matsumo, Gabriel Kaltman, Lucian Precup, Françoise Fabret.

Le Select est un nouveau système middleware développé depuis 1998 dans le cadre du projet européen Thetis pour répondre aux besoins des applications scientifiques de partager des données et des programmes. Le Select est un successeur du système Disco (développé dans le projet Rodin de 1995 à 1998 dans le cadre de l'action Dyade Médiation, puis transféré en 1999 à la société LibertyMarket qui commercialise le portail Kelkoo.com). Le Select possède une architecture distribuée « peer to peer » de type médiateur/adaptateur. L'objectif général de Le Select est de permettre à des auteurs de ressources, c'est à dire de données ou de services, de facilement publier ces ressources vers une communauté d'utilisateurs en leur donnant une vue uniforme et intégrée et enfin de permettre à des utilisateurs de manipuler cette vue uniforme à travers un langage de haut niveau. Les données ont une représentation uniforme exprimée dans le modèle de données relationnel étendu à des types de données définis par l'utilisateur. La première version de ce logiciel est diffusé depuis le mois d'Octobre. Le Select est actuellement utilisé par plusieurs universités (UNIRIO, UFRJ, IME et PUC-Rio au Brésil), centres de recherche (CNR en Italie, CEMAGREF en France, ICS-FORTH et IMBC en Grèce) et sociétés (Alcatel Industries en France, HR-Wallingford en Angleterre) pour le développement d'applications environnementales. Deux applications ont déjà été démontrées dans le cadre du projet Thetis. L'année dernière, trois nouvelles universités utilisent Le Select à des fins de recherche en médiation d'information : Oregon Graduate Institute (Portland, USA), Univ of Arizona (Tucson, USA) et Univ. de Recife (Recife, Brésil). De par sa conception, Le Select est pour nous un support indispensable dans plusieurs projets de recherche auxquels nous participons (Padoue, Datagraal, Decair). Cette année nous avons fait un gros effort de développement pour rendre notre prototype plus robuste et pour l'enrichir de fonctionnalités supplémentaires propres à faciliter l'intégration de données et de programmes.

5.3. DIVA

Participants : Cristian-Augustin Saita [correspondant], François Llirbat.

DIVA (Dimension Interval Value Approximation) est un outil qui permet d'indexer en mémoire de larges collections d'objets multidimensionnels étendus (hypercubes) afin d'accélérer le temps d'exécution des

recherches spatiales (intersections, inclusions, englobements) sur ces collections. Dans une première phase, ce prototype nous a servi pour évaluer les performances d'une nouvelle technique d'indexation appelée RVA-Clustering, décrite dans le rapport de recherche [INRIA RR-4670-decembre 2002](#). De nombreuses applications peuvent bénéficier de notre technique comme par exemple la recherche et le traitement d'images, l'indexation de documents, les séries temporelles, les systèmes de notification, ainsi que d'autres applications comportant des données spatiales multidimensionnelles. Le prototype DIVA, nous a permis d'évaluer l'applicabilité et l'utilisation de la nouvelle méthode d'indexation dans un système de notification de type « Publish-Subscribe » basé sur des souscriptions et des événements définissant des attributs de type intervalle, et dans une application dans le domaine des images.

6. Résultats nouveaux

6.1. Introduction

La présentation des résultats de recherche est organisée selon les deux thèmes de recherche du projet présentés en Section 2. Globalement, les contributions ont surtout porté cette année sur la conception d'algorithmes et de méthodes d'optimisation et leur validation au travers de nos composants logiciels. On ne présente que les actions de recherche ayant donné lieu à des publications au cours de l'année 2002.

6.2. Accès à des ressources distribuées

Mots clés : *hétérogénéité, optimisation, répartition.*

le problème général abordé dans ce thème est celui de la publication de ressources dans un réseau ainsi que l'accès à ces ressources au moyen de langages de haut niveau. Les ressources peuvent être des données (structurées ou non) ou des services (bibliothèques, programmes scientifiques, sites Web, etc), l'ensemble formant un *système d'information global*. Le système de médiation a la charge de mettre en relation de façon transparente les éditeurs des ressources avec les clients qui veulent utiliser ces ressources.

Nous nous sommes concentrés sur deux questions concernant les performances du système de médiation. La première question est quelles techniques d'exécution efficace peut-on élaborer pour les langages de requêtes supportés par le système de médiation. La deuxième question est quelles sont les techniques de filtrage efficaces dans un tel contexte.

6.2.1. Intégration de ressources hétérogènes au moyen de patterns d'accès : méthodologie et optimisation.

Participants : Luc Bouganim, Françoise Fabret, Aurelian Lavric, Ioana Manolescu, Eric Simon.

Dans le cadre des applications environnementales que nous envisageons avec Le Select, les scientifiques peuvent typiquement avoir à poser des requêtes impliquant des données et des programmes (par exemple, un programme d'extraction de motifs dans une image) publiés en divers points du réseau. Un des buts poursuivis par Le Select est de faciliter au maximum la tâche de formulation des requêtes et celle de publication des ressources (données et programmes). La solution retenue est de choisir le format relationnel pour représenter les ressources. Les ressources sont publiées au moyen de wrappers (extracteurs) sous forme de tables relationnelles à accès restreints. Par exemple, une fonction F de signature $X \rightarrow Y$ est représentée par une table $F(X,Y)$ avec restriction d'accès : on ne peut obtenir la valeur de l'attribut Y que si l'on fournit la valeur de X . Les restrictions d'accès aux données sont modélisées au moyen du concept de patterns d'accès (binding patterns). Cette modélisation des ressources est un point fort de Le Select : elle procure à la fois la simplicité de publication, la souplesse dans l'intégration et elle permet d'accéder aux ressources au moyen de requêtes formulées dans le langage standard SQL. Cependant bien que ces requêtes soient, à première vue, « classiques », leur exécution se distingue de celle de requêtes SQL standards car elle inclut l'appel itératif de programmes souvent très coûteux en temps de calcul, elle conduit à manipuler (en particulier à transporter sur le réseau) des objets volumineux, elle est distribuée sur plusieurs serveurs. Ces

particularités nécessitent d'élaborer des mécanismes d'exécution spécifiques. Nous proposons une solution à la fois algorithmique et architecturale. Pour exploiter efficacement les ressources à accès restreint, nous proposons un opérateur BindJoin qui supporte le caching et qui est parallélisable. Ces caractéristiques apportent une réponse particulièrement bien adaptée pour minimiser le surcoût induit par la présence de fonctions dans une requête. En effet, l'utilisation de techniques de caching permet d'éviter d'exécuter plusieurs fois un même programme sur les mêmes arguments. Nous proposons des algorithmes pour le BindJoin qui exploitent à la fois le cache et le parallélisme à l'intérieur même de l'opérateur de façon à produire la plupart des résultats au début de l'exécution. En ce qui concerne le transfert des objets volumineux, le but à atteindre est de ne transférer ce type d'objets que sur les sites où ils sont utiles, et à éviter de transférer plusieurs fois le même objet. Notre solution consiste à coupler les capacités de caching du BindJoin avec les services fournis par un composant logiciel chargé de la gestion de ce type d'objets dans chaque site. La solution proposée se base sur une structure de données permettant un accès par clé et par fréquence d'apparition. De plus, nous avons proposé des algorithmes adaptés afin de conserver les propriétés de production rapide des résultats même lorsque l'espace mémoire est insuffisant. Des études de performance ont validé la pertinence de notre approche.

6.2.2. Algorithmes d'indexation multidimensionnelle

Participants : Cristian-Augustin Saita, François Llirbat.

Un des problèmes soulevés par la médiation d'informations présentes dans le système d'information est celui de l'interrogation approximée de larges collections d'objets multidimensionnels. Les souscriptions et les événements dans un système de notification, les descripteurs de documents dans la recherche documentaire, ou les descripteurs d'images dans le domaine des images sont des exemples parmi beaucoup d'autres d'objets multidimensionnels. La recherche des plus proches voisins, les requêtes d'intersection, d'inclusion ou d'englobement sur des données multidimensionnelles de type intervalle sont des exemples de requêtes approximées sur des données multidimensionnelles. La solution unanimement préconisée pour accélérer le processus d'interrogation est l'utilisation de techniques d'indexation multidimensionnelles. La plupart des techniques d'indexation multidimensionnelles sont basées sur les structures bien connues R-Tree et KD-Tree. Ces structures sont efficaces pour effectuer des recherches exactes, sur des objets ayant un nombre relativement modeste de dimensions. Par contre elles ont des performances très faibles dès lors qu'il s'agit des recherches approximées sur des objets comportant un nombre de dimensions. Le problème se complique encore en présence de collections d'objets n'ayant pas tous les mêmes dimensions. Nos travaux portent une réponse à ce problème.

Nous avons mis au point une nouvelle approche d'indexation, appelée RVA-Clustering, pour répondre efficacement aux requêtes spatiales (intersections, inclusions, englobements) sur des larges collections d'objets multidimensionnels (hypercubes). Notre contribution consiste dans la définition d'un modèle d'approximation pour des objets multidimensionnels et opérations spatiales, qui accélère la vérification des objets et qui rend possible une organisation en clusters de la base de données, pour éviter une vérification exhaustive. La stratégie de groupement basée sur la probabilité d'accès permet à la clusterisation de bien se comporter pour des données et requêtes non uniformes. Une analyse de performances montre que notre approche gère efficacement de grandes collections d'objets multidimensionnels avec beaucoup de dimensions. Notre méthode supporte des objets incomplets et hétérogènes (définis sur différents sous-ensembles de dimensions) aussi bien que des objets dont certaines dimensions peuvent couvrir de larges intervalles. De nombreuses applications peuvent bénéficier de notre technique comme par exemple la recherche et le traitement d'images, l'indexation de documents, les séries temporelles, les systèmes de notification, ainsi que d'autres applications comportant des données spatiales multidimensionnelles. Au cours de cette année le prototype DIVA (voir section prototypes) a été développé pour valider les résultats. L'applicabilité de la méthode a été étudiée dans deux applications. La première est un système de notifications de type « Publish-Subscribe » basé sur des souscriptions et événements définissant des attributs de type intervalle. La seconde est l'utilisation de la technique comme support pour le regroupement de grandes collections de points multidimensionnels (ex. signatures ou descripteurs d'images) pour accélérer dans une première phase les recherches de type intervalle.

Ces travaux sont menées dans le cadre de la thèse de Cristian-Augustin Saita qui prépare sa thèse de doctorat au sein du Projet Caravel sous la direction de François Llirbat. L'objectif de cette thèse est de développer des techniques de sélection approchées performantes et adaptables aux données multidimensionnelles complexes. Les résultats sont présentés dans un rapport de recherche [INRIA RR-4670](#) (décembre 2002) intitulé « RVA-Clustering : Une Méthode d'Indexation d'Objets Multidimensionnels Basée sur un Modèle d'Approximation ».

6.3. Production de données dérivées

Mots clés : *hétérogénéité, optimisation, répartition.*

Lorsqu'on recherche une information précise dans un système d'information global, cette information n'existe pas toujours à l'état brut dans une source d'information. Dans ce cas, l'information doit être construite sur mesure (c'est souvent le cas dans les applications d'aide à la décision). Deux cas de figure assez différents se produisent. Dans le premier cas, la donnée recherchée peut être obtenue par intégration, consolidation, ou restructuration de données existantes. Une exemple typique est la construction d'entrepôts de données (« data warehouse » en anglais). Un problème crucial dans ce cas est d'obtenir des données sans doubles, sans erreurs et sans incohérences. On appelle ce problème le nettoyage de données (« data cleaning » en anglais). Dans l'autre cas, les données recherchées peuvent s'obtenir au moyen d'un programme publié dans le système d'information global. Par exemple, on recherche une prédiction de l'évolution d'une nappe de pétrole lors d'une marée noire ; cette information peut être calculée par un programme scientifique de modélisation de l'évolution de nappes. Mais l'exécution de ce programme peut à son tour nécessiter des données d'entrée qui n'existent pas de façon brute et qui doivent être elles aussi calculées. On obtient ainsi une chaîne de traitement dont les étapes de traitement correspondent à l'exécution de programmes publiés. Dans ces deux cas de figure, toute la difficulté est de simplifier la mise en oeuvre du calcul de ces données recherchées et de garantir que les données produites ont la qualité désirée. Les deux actions qui composent ce thème ciblent ce problème avec des approches adaptées aux deux cas de figure cités.

6.3.1. Dataflow scientifiques pour le GRID

Participants : François Llirbat, Eric Simon, Jean-Pierre Matsumoto.

L'objectif principal du GRID est la globalisation des collaborations scientifiques à l'échelle mondiale. L'idée est de permettre la mise en commun et l'utilisation partagée des ressources informatiques, telles que les capacités de calcul et de stockage, mais également des connaissances scientifiques par l'intermédiaire de partage de programmes, de données ou de modèles scientifiques.

Pour les applications les plus ambitieuses du GRID, des technologies spécifiques sont en cours de conception. Elles permettent, grâce à des réseaux haut-débit et des protocoles adéquats, le transport de grands volumes de données et l'utilisation intensive et parallèle des capacités de calcul disponible sur un réseau dédié. Ces applications nécessitent un travail important de conversion de code existant et sont plus orientées partage de ressources informatiques que partage de connaissances scientifiques. De plus, bien que le GRID apporte à ces applications un gain indéniable en performance, les coûts d'administration pour leur maintenance est élevé.

Pour que tous les scientifiques puissent profiter facilement du GRID, il faut aussi concevoir des outils leur permettant de réutiliser leur patrimoine existant de programmes et de minimiser ainsi les coûts de conception et de maintenance. Nous proposons des solutions répondant à ce besoin de la communauté scientifique. Notre approche est orientée partage de connaissance : elle consiste à proposer un mécanisme permettant de former des chaînes de traitements utilisant des programmes existants s'appliquant sur des données partagées et distribuées.

Cette approche pose 2 difficultés principales. La première est la publication des données et des programmes sur le réseau de façon à permettre leur utilisation par d'autres scientifiques. Ce problème de publication est un problème difficile car il faut fournir un environnement de publication cohérent dans lequel les scientifiques puissent spécifier les conditions (parfois complexes) dans lesquelles leur données ou leurs programmes

peuvent être utilisés. Une fois ces informations publiées, la deuxième difficulté est de fournir un langage de définition de chaînes de traitement qui permette de faire abstraction des problèmes de distribution et d'hétérogénéité des données et des programmes. De plus ce langage doit être simple pour être utilisable par des non-informaticiens et suffisamment puissant pour supporter efficacement des chaînes de traitements complexes.

Le langage de dataflow scientifique en cours d'élaboration dans le projet Caravel s'attaque à la deuxième difficulté. Un dataflow scientifique modélise une chaîne de traitements par une suite de programmes liés par des flots de données. Le langage de dataflow scientifique ne supporte pas uniquement les suites linéaires de programmes. Il a l'avantage de supporter également les calculs scientifiques itératifs et les programmes sur des branches parallèles. Il permet donc la modélisation de parallélismes triviaux qui sont suffisants pour profiter d'un nombre important de machines surtout lorsqu'un même dataflow scientifique est exécuté sur un nombre conséquent de données indépendantes.

8. Actions régionales, nationales et internationales

8.1. Actions régionales

A l'INRIA, nous entretenons depuis de nombreuses années une collaboration étroite avec le projet VERSO. Cette année, la collaboration a été marquée par la participation de François Lirbat au projet Xylème. Nous coopérons aussi avec le projet AIR dans le domaine des systèmes d'information pour l'environnement, notamment pour les contrats européens THETIS et DECAIR. Enfin, nous avons collaboré avec le laboratoire PrIsm de l'Université de Versailles sur les problèmes d'accès à l'information distribuée et les workflow scientifiques.

8.2. Actions européennes

8.2.1. Environnement et climat DECAIR

Le projet Decair s'est achevé cette année. Une démonstration en ligne de certains résultats du projet est disponible à l'URL « http://www-caravel.inria.fr/~jpmat/decair_demo/ » L'ensemble des résultats scientifiques obtenus ont conduit les participants du projet à coordonner la proposition d'un réseau d'excellence (NoE) sur la problématique de la gestion de risques liés à l'environnement. Nous rappelons ci-dessous quels ont été les objectifs de ce projet. L'objectif du projet DECAIR est de fournir des données de meilleure qualité aux organismes en charge de la prévision de la pollution urbaine. En particulier le projet se concentre sur la qualité des données fournies comme données d'entrée aux modèles de pollution de l'air. Ces données sont de différents types : données géographiques, données d'occupation des sols, données météorologiques, données d'émission de polluants. Pour atteindre cet objectif des efforts de recherche ont été prodigués dans deux directions complémentaires : D'abord le projet a exploré la possibilité d'utiliser des données satellites pour améliorer la précision et la fraîcheur des données d'entrées. L'objectif est ici de fournir des méthodes et des algorithmes de traitement d'images satellites qui sont adaptés au problème de la pollution de l'air. De plus le projet a étudié la mise au point d'un système d'information adapté capable d'accéder, traiter, transformer et intégrer des données provenant de plusieurs sources distantes comme les satellites, les stations aux sols, des bases de données. Ce système a en charge la maintenance automatique de la fraîcheur et de la qualité des données utilisées par les modèles. Pour valider cette approche, nous avons construit un prototype appelé « démonstrateur DECAIR » capable de gérer l'exécution de la chaîne de traitement, de l'acquisition des images satellitaires jusqu'à la présentation des paramètres d'entrée aux modèles de qualité de l'air. Ce prototype a été testé avec deux modèles de qualité de l'air, l'un mesurant la qualité de l'air sur Madrid, l'autre sur Berlin. L'architecture du prototype est suffisamment flexible pour permettre, dans des développements futurs, d'élargir l'ensemble des données d'entrée qui peuvent être accédées automatiquement, d'intégrer et d'utiliser facilement de nouveaux modèles, de faciliter l'application de ces modèles à de nouveaux sites, de détecter et prendre en compte les changements météorologiques rapides en cours de l'exécution des modèles. Les partenaires de

ce projet sont : le GMD à Berlin, l'UPM à Madrid, le CLRC-RAL en Angleterre, le FORTH-ICS en Grèce, BULL en France et le SICE en Espagne.

8.2.2. *Padoue*

Le projet PADOUE est un projet de recherche financé dans le cadre de l'ACI GRID lancée par le Ministère de la recherche. Le projet développe quatre actions de recherche complémentaires visant à :

1. assurer l'interopérabilité des données et des programmes de traitement. Cette action s'appuiera sur le système de médiation Le Select qui offre une vue conceptuelle uniforme et intégrée des ressources disponibles dans un réseau.
2. assister l'utilisateur dans la mise au point de chaînes de traitement de l'information (encore appelées « workflow scientifiques ») destinées à produire des informations dérivées utiles.
3. assurer la documentation et l'archivage des données produites et des programmes de traitement au moyen de méta-données qui facilitent la localisation et l'identification des ressources partagées.
4. assurer la localisation efficace des informations pertinentes dans le réseau de ressources. Cette action conduira au développement d'un catalogue intelligent permettant d'identifier les données disponibles (indexation), de les localiser et d'en appréhender le contenu et la qualité par le biais des méta-données.

Les résultats attendus du projet sont de développer une architecture de système qui mette en oeuvre les solutions développées dans chacune des actions de recherche citées et de valider cette architecture à l'aide de deux scénarii d'application : l'observation à long terme des écosystèmes aride et semi-aride pour l'étude et la compréhension des processus de la désertification et, la mise en oeuvre d'un système d'aide à la décision dans le cadre de l'évaluation des risques d'inondation. Nos partenaires dans ce projet sont : le Cemagref, le LIRMM, l'IRD à Montpellier, le LIP6 et le Centre de Données astronomiques de Strasbourg (CDS).

8.2.3. *DataGaal*

L'équipe participe au projet DataGaal financé dans le cadre de l'ACI GRID. L'objectif de DataGaal est de comprendre le lien existant entre d'une part le calcul sur grille et d'autre part les systèmes d'information distribués. Le cadre dans lequel cette question est considérée est celui du passage à la très grande échelle, qui représente un défi, à la fois pour le calcul sur grille et pour les systèmes d'information distribués. Il s'agit de mobiliser les communautés (ou au moins une partie) parallélisme, système, bases de données et applications sur la globalisation des ressources et des données avec pour objectifs :

1. de tout d'abord préciser les concepts utiles et des approches communes sur les notions de mobilité, de disponibilité et de distribution de larges quantités de données, et
2. dégager des projets fédérateurs aux communautés.

L'équipe Caravel apporte sa contribution au niveau de la gestion de dataflow scientifiques dans le contexte d'un système de médiation d'information.

8.2.4. *Past*

La société Trace One réalise un portail Web de type ASP destiné à assurer la traçabilité descendante des produits de grande distribution (supermarchés, hypermarché) susceptibles d'avoir un impact sur la santé et la sécurité des consommateurs. Cela concerne en particulier tous les produits de l'agro-alimentaire. Pour cela, le portail ASP met en relation les fournisseurs de produits et les distributeurs. Un système installé chez le fournisseur permet d'assurer automatiquement et en temps réel la collecte et l'intégration des données de production à partir du système d'information du fournisseur, puis la génération de messages complexes de traçabilité vers le portail. L'INRIA, avec la technologie Le Select développée dans le projet Caravel, fournit la technologie d'intégration des données du fournisseur. Ce contrat a une durée d'environ un an. Une version beta-test sera prête en décembre 2002 et une version du système sera mise en opération chez plus de 50 gros fournisseurs à partir d'Avril 2003.

8.3. Actions internationales

8.3.1. Europe

- Ecole Polytechnique de Bucarest avec qui nous avons signé un protocole d'accord en 2000. Dans ce cadre, nous accueillons tous les ans plusieurs étudiants en stage de fin d'étude d'ingénieur. Après leur stage de fin d'étude, plusieurs ont poursuivi leurs études à Paris ; ils se sont inscrits en DEA puis certains d'entre eux ont entamé une thèse. C'est ainsi que nous accueillons actuellement deux étudiants qui ont fait successivement dans notre projet leur stage de fin d'étude puis leur stage de DEA et que nous encadrons actuellement en thèse. Cette année deux étudiants de l'année précédente ont suivi le DEA de Paris IV et ont effectué leur stage de DEA dans notre projet et nous avons accueilli trois étudiants de l'Ecole Polytechnique de Bucarest pour leur stage de fin d'étude. L'un d'entre eux est actuellement inscrit en DEA à Paris IV, et va effectuer son stage de DEA dans notre projet.
- Yannis Ioannidis (Université d'Athènes) et Timos Sellis (NTUA, Athènes) avec qui nous travaillons sur les workflow scientifiques.
- Université technique de Lisbonne avec laquelle nous avons 2 contrats de coopération financés par la « Coopération Technique et Technologique Ambassade de France-ICCTI ».

8.3.2. Amérique du Nord

- Bell Labs, New Jersey (Narain Gehani, Rick Hull). Cette année, les résultats du travail de recherche mené par François Llirbat et Eric Simon avec les chercheurs de l'équipe Vortex dirigée par Rick Hull ont abouti à un transfert industriel important au sein de Lucent Technologies.
- NYU, New York. Dennis Shasha, avec qui nous développons de fortes collaborations sur les projets Ajax, Attman et Le Subscribe, a séjourné dans notre équipe pendant une semaine, et Eric Simon a effectué un séjour d'une semaine à NYU.

8.3.3. Amérique du Sud et Amérique Centrale

- universités de Rio de Janeiro (PUC, UFRJ IME et UNI-Rio), avec lesquelles nous avons un projet de coopération CNPQ-Inria sur les systèmes d'information pour l'environnement.

9. Diffusion des résultats

9.1. Animation de la Communauté scientifique

L'équipe a participé aux comités de programme des colloques suivants :

- Int. Conf. on Very Large Databases (VLDB) : E. Simon.
- Conf. Nationale BDA : L. Bouganim.
- Int. Conf. on Data Engineering (ICDE) : F. Llirbat.
- Int. Database Engineering And Applications Symposium (IDEAS) : Luc Bouganim.

L'équipe contribue aussi à des comités de lecture et associations :

- Int. Journal on Distributed and Parallel Database Systems, Kluwer Academic Publishers (E. Simon).
- Network and Information Systems Journal, Hermes (E. Simon).

9.2. Enseignement

Eric Simon est professeur à temps partiel au Pole Leonard de Vinci dans le département de Genie Informatique. Il assure à raison de 45h par an des cours sur les entrepôts de données (data warehouses).

- Entrepôts de données, PULV, 40 heures : E. Simon.
- Travaux dirigés en bases de données, algorithmique et structures de données, PULV : J-P. Matsumoto, M. Amzal, A. Lavric.
- Bases de données avancés, ENST, 12 heures : L. Bouganim
- Bases de données avancés, D.E.S.S. Université de Versailles, 30 heures : L. Bouganim
- Médiation d'informations, Maitrise Université de Versailles, 12 heures : L. Bouganim

10. Bibliographie

Thèses et habilitations à diriger des recherche

- [1] J. PEREIRA. *Algorithmes de filtrage efficace pour les systèmes de diffusion d'information à base de notifications*. thèse de doctorat, Septembre, 2002.

Communications à des congrès, colloques, etc.

- [2] L. BOUGANIM, P. PUCHERAL. *Chip-Secured Data Access : Confidential Data on Untrusted Servers*. in « Proc. of VLDB », Hong Kong, Chine, Août, 2002.
- [3] I. MANOLESCU, L. BOUGANIM, F. FABRET, E. SIMON. *Efficient Data and Program Integration Using Binding Patterns*. in « Proc. of Conférence Bases de Données Avancées, BDA'02 », Evry, France, Octobre, 2002.
- [4] I. MANOLESCU, L. BOUGANIM, F. FABRET, E. SIMON. *Efficient Querying of Distributed Resources in Mediator Systems*. in « Int. Conference on Cooperative Information Systems », Irvine, USA, Novembre, 2002.

Rapports de recherche et publications internes

- [5] A. SAITA, F. LLIRBAT. *RAV-Clustering : Une Méthode d'Indexation d'Objets Multidimensionnels Basée sur un Modèle d'Approximation*. Rapport de Recherche, numéro 4670, Inria, Décembre, 2002, <http://www.inria.fr/rrrt/rr-4670.html>.