

JUIN 2008

15

NUMÉRO

**noir**  
**SUR**  
**blanc**



page 2

**Éditorial**

pages 3 à 8

**Équipe**

**APO :**

**Contrôle optimal**

**Optimisation globale**

**Algèbre linéaire et calcul sur la grille**

**Fouille de données**

page 9

**Invité**

**Philippe Toint**

pages 10 & 11

**Événements**

page 12

**Valorisation  
et Europe**

**L'IRIT transfère du logiciel dans l'audio et la vidéo**

**La gestion de grands projets à l'IRIT**



**Luis Fariñas del Cerro**  
*Directeur de l'IRIT*

La simulation est devenue un outil indispensable pour la compréhension des problèmes importants qui se posent dans des sciences aussi éloignées que la physique, les sciences pour l'ingénieur, les sciences de la vie, les sciences de l'Univers ou l'économie.

D'une façon générale, il s'agit de la maîtrise des systèmes qu'il est convenu d'appeler complexes. Pour résoudre ces problèmes, du point de vue de la simulation, on doit considérer les étapes suivantes : la modélisation, puis la production du logiciel, appelé scientifique, qui doit être exécuté sur des infrastructures informatiques adaptées, et qui doit permettre de traiter des grands volumes de données, enfin la visualisation des résultats qui devient une étape essentielle pour la compréhension des phénomènes étudiés.

L'équipe APO, fondée par Joseph Noailles et dirigée par Patrick Amestoy, s'attaque à plusieurs de ces étapes autour de quatre thèmes de recherche. Le premier concerne le développement de nouvelles méthodes pour la résolution de systèmes d'équations linéaires, qui est au cœur d'un grand nombre de codes informatiques de simulation. Le contrôle optimal dans ses applications aux trajectoires orbitales est un deuxième thème. Le troisième est celui de l'optimisation globale. Depuis peu, l'équipe s'est intéressée à la fouille de données à l'aide de méthodes de classification non supervisées, en utilisant des méthodes de l'algèbre linéaire et de l'optimisation. L'équipe APO se consacre par ailleurs à l'exploitation d'infrastructures informatiques, permettant de traiter de grandes masses de données.

Notre invité Philippe Toint nous montre comment le dialogue entre les acteurs de chacune des étapes mentionnées permet non seulement de faire évoluer la démarche générale, mais aussi celle de chacune des disciplines mises en jeu.

Autour de la simulation s'est créée à l'IRIT une forte interaction entre plusieurs équipes, comme nous avons pu l'observer dans des numéros précédents de notre journal. Ces équipes contribuent à des domaines qui vont du traitement des grandes bases de données à la modélisation des systèmes complexes et à la mise en place de méthodes de visualisation basées sur des techniques de réalité virtuelle.

**Directeur de la publication :** Luis Fariñas del Cerro **Directeur adjoint de la publication :** Jean-Luc Soubie  
**Secrétariat de rédaction :** Véronique Debats **Comité de rédaction :** Dominique Bertrand, Cédric Beucher, Vincent Charvillat, Gérard Padiou, Pascal Sainrat, Jacques Virbel **Conception et création de la maquette :** Ludovic Chacun  
**Ont collaboré à ce numéro :** les membres de l'équipe APO

**Contact de la rédaction :** 05 61 55 65 10 - nsb@irit.fr - www.irit.fr  
118 Route de Narbonne - 31062 Toulouse cedex 9



# APO, ALGORITHMES PARALLÈLES ET OPTIMISATION

La compréhension et le contrôle des grandes applications scientifiques (en ingénierie, sciences de la vie...) par la simulation numérique requiert des compétences en modélisation mathématique, en calcul scientifique et la capacité à traiter des volumes importants de données sur des infrastructures informatiques complexes. La maîtrise d'outils théoriques et algorithmiques liés à des disciplines telles que la résolution des équations aux dérivées partielles, les théories du contrôle et de l'optimisation, l'architecture des ordinateurs, le calcul distribué est donc indispensable et structure la démarche de l'équipe Algorithmes Parallèles et Optimisation (APO).

L'équipe APO qui regroupe actuellement 13 chercheurs et enseignants chercheurs permanents, 8 doctorants et 2 ingénieurs s'est développée autour des thèmes de l'algèbre linéaire et de l'optimisation. Son activité concerne quatre grands axes: contrôle optimal, optimisation globale algèbre linéaire et calcul sur la grille, et fouille de données. L'axe Optimisation a été récemment renforcé par l'arrivée de chercheurs des Services de la Navigation Aérienne (DSNA). APO a une compétence reconnue en résolution de problèmes applicatifs difficiles et de grande taille mais aussi dans le développement de logiciels numériques.

Historiquement, l'activité en optimisation s'est d'abord concentrée sur le contrôle optimal des trajectoires orbitales. S'est ensuite agrégée à ce thème la recherche d'optimum global que l'on peut aborder en suivant deux voies complémentaires: méthodes exactes si le temps de réponse n'est pas critique ou approches évolutionnaires (exemple du contrôle aérien) dans les autres cas. L'évolution des architectures d'ordinateurs (machines multi-cœurs, grille de calculateurs) et les besoins en simulation ont conduit à travailler sur la résolution des grands systèmes linéaires de plus de 100 millions d'inconnues sur ces calculateurs et à développer un site d'expertise dans ce domaine ([gridtse.org](http://gridtse.org)). Par ailleurs, lorsque les problèmes à traiter ne suivent ni loi générale ni modèle (assistance au contrôle aérien, traitement de données biologiques) la connaissance doit alors être extraite de données non structurées et ouvre la voie à des problèmes nouveaux. Dans le cas de données biologiques, leur analyse nécessite une approche de type classification. Là encore optimisation et algèbre linéaire se révèlent indispensables.

La nature des recherches de l'équipe APO l'amène à travailler en étroite collaboration avec des partenaires académiques et industriels: CERFACS, CNES, ENSAT, EADS, IMFT, INRIA, LAPLACE, SEISCOPE, SAMTECH, TOTAL.



## L'équipe APO

### Patrick AMESTOY

Professeur à l'INPT-ENSEEIH  
Responsable de l'équipe APO  
[Patrick.Amestoy@irit.fr](mailto:Patrick.Amestoy@irit.fr)



## Contrôle optimal

Le problème physique étudié ces dernières années est le transfert d'un satellite autour de la Terre d'une orbite basse vers l'orbite géostationnaire à l'aide d'un moteur à faible poussée. Les moteurs chimiques actuels, qui ont une poussée forte, permettent de réaliser le transfert en quelques manœuvres. L'utilisation d'une nouvelle génération de moteurs à propulsion électro-ionique à poussée faible nécessite de modéliser le problème sous la forme d'un système dynamique contrôlé.

Bien sûr, on connaît les orbites initiale et finale. L'objectif est alors de déterminer le contrôle, c'est-à-dire la poussée du moteur, à tous les instants, permettant de réaliser le transfert en minimisant la consommation dans ce cas. Le Principe du Maximum de Pontriaguine indique alors que le contrôle optimal est bang-bang, c'est-à-dire que le moteur est éteint ou à pleine poussée. Ceci induit des discontinuités dans le second membre de l'équation différentielle modélisant le système dynamique qu'il faut savoir gérer numériquement de façon fine. Les méthodes homotopi-

ques développées au sein de l'équipe ont permis de résoudre totalement le problème sans aucune connaissance a priori sur la structure de contrôle optimal, en particulier sans connaissance du nombre d'arcs de poussée du moteur (figure 1).

Ce travail a conduit à la réalisation de 3 logiciels et a nécessité une interaction forte entre les mathématiques (homotopie, contrôle géométrique...), le numérique (résolution d'équations non linéaires, intégration numérique...) et l'implémentation informatique des algorithmes. Les défis qui se présentent maintenant concernent l'étude du contrôle de trajectoire d'un satellite soumis à l'attraction de deux corps célestes (mission SMART1 Terre - Lune), la résolution de problèmes de contrôle quantique en vue d'applications aux nanotechnologies et l'étude des conditions suffisantes du deuxième ordre dans le cas bang-bang.

## Optimisation globale

La recherche d'optima globaux s'aborde différemment selon le problème à résoudre. Des méthodes exactes telles que les approches par intervalles sont envisageables lorsque le nombre de variables est faible, que l'on dispose de l'expression analytique de la fonction à optimiser et d'un temps suffisant pour la recherche. Pour résoudre des problèmes de grande taille, ou quand le critère à optimiser est le résultat d'une simulation, on utilise des méthodes d'exploration moins exhaustives favorisant la recherche dans les zones susceptibles de contenir les optima du problème. Le développement de la puissance de calcul informatique a permis l'émergence de nombreuses méthodes d'optimisation stochastique (faisant appel au hasard), comme les algorithmes évolutionnaires, le recuit simulé, les colonies de fourmis...

### « Modéliser le problème sous la forme d'un système dynamique contrôlé »

#### SOMMAIRE :

p. 4 :

**Contrôle optimal**

p. 4 - 6 :

**Optimisation globale**

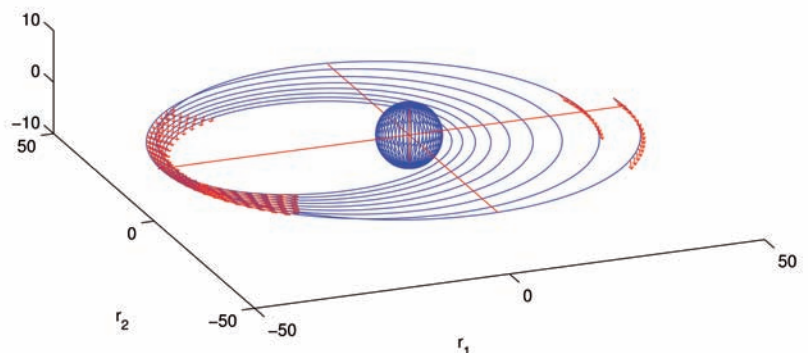
p. 6 - 7 :

**Algèbre linéaire et calcul sur la grille**

p. 7 - 8 :

**Fouille de données**

Figure 1



Trajectoire de satellite et zones de poussée du moteur pour une poussée de 10 newtons, la masse de départ du satellite étant de 1500 kg. Les arcs en rouge (respectivement bleu) sont les arcs où le moteur est à pleine poussée (respectivement éteint). Pour une poussée de 0,1 newton, il faut plus de 750 révolutions et plus de 1500 commutations (Résultats obtenus par le logiciel MfMax).

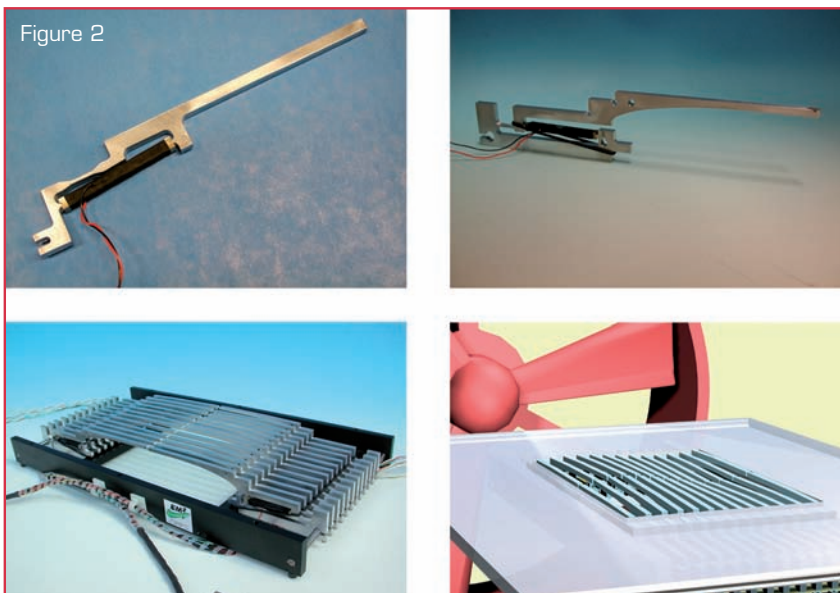
En optimisation globale exacte, les algorithmes sont basés sur des techniques appelées Branch and Bound. L'idée est de décomposer le domaine de recherche en sous-parties de plus en plus petites, et d'éliminer celles dont on est sûr qu'elles ne peuvent contenir la solution. Ces éliminations sont basées sur des calculs de bornes effectués à l'aide de l'arithmétique d'intervalles (redéfinitions des opérations et fonctions unaires classiques). Ces méthodes sont générales et ne nécessitent a priori que peu d'hypothèses sur les fonctions considérées (elles doivent être connues explicitement). De par la nature NP-difficile des problèmes abordés (classe des problèmes les plus difficiles), l'algorithme exact, appelé IBBA (Interval Branch and Bound Algorithm), est de complexité exponentielle. Cependant, de nombreuses améliorations techniques ont permis de résoudre de manière exacte

des problèmes de plus en plus complexes, jugés jusqu'alors inabordables.

La principale application considérée concerne la conception d'actionneurs électromécaniques (par exemple les moteurs électriques) (figure 2).

En optimisation stochastique, l'équipe APO a acquis une grande compétence sur les algorithmes évolutionnaires: elle a notamment développé de nouveaux «opérateurs génétiques» adaptés à la résolution de problèmes partiellement séparables fréquemment rencontrés dans le domaine de la navigation aérienne (figure 3). La gestion du trafic aérien génère des problèmes d'optimisation très complexes car de grande taille (environ 30 000 avions survolent l'Europe chaque jour), combinant des tâches parfois automatisées et parfois très artisanales comme la séparation des avions, dans un environnement incertain.

« Résoudre de manière exacte des problèmes de plus en plus complexes, jugés jusqu'alors inabordables. »



Conception d'actionneurs piézo-électriques en collaboration avec l'équipe GREM3 du LAPLACE (photos du haut), dont les dimensions optimales et la structure utilisée ont été obtenues via IBBA. Ceux-ci sont ensuite mis en piano (photos du bas) pour la déformation des voilures des futurs Airbus. Actuellement, des tests en soufflerie sont effectués à l'IMFT.

## Algorithme parallèle

Un algorithme est une représentation et organisation de l'ensemble des opérations permettant de résoudre un problème sur un ordinateur. Si l'on suppose que tout ou partie des opérations peut s'exécuter de manière concurrente sur un calculateur alors on parlera d'algorithme parallèle.

## Algorithme évolutionnaire

Les algorithmes évolutionnaires s'inspirent de la théorie de l'évolution pour résoudre des problèmes divers. Ils font ainsi évoluer un ensemble de solutions à un problème donné, dans l'optique de trouver les meilleurs résultats. Ce sont des algorithmes stochastiques, car ils utilisent itérativement des processus aléatoires.

## Optimisation

L'optimisation est la démarche générale consistant à trouver la meilleure de toutes les solutions possibles d'un problème.

Elle se formalise habituellement comme la recherche du minimum d'une fonction numérique sur tout ou partie d'un espace accueillant ses arguments.

## Grille de calcul

Ensemble de calculateurs autonomes considérés comme une ressource unique de calcul.

Des approches classiques sont utilisées autant que possible: on optimise les séquences de pistes avec un algorithme de branch and bound, un réseau de neurones permet d'apprendre des schémas d'ouverture de secteurs de contrôle aérien, des méthodes d'apprentissage sont testées pour améliorer la prévision de trajectoires d'avions. Dans d'autres cas, seules des approches stochastiques s'avèrent efficaces: c'est le cas de l'optimisation du réseau de routes, de l'optimisation des regroupements de secteurs de contrôle en zones de qualifications, de l'optimisation du roulage sur les taxiways, ou encore de la résolution de conflits aériens.

### Algèbre linéaire et calcul sur la grille

La résolution de systèmes d'équations linéaires constitue souvent une étape de calcul critique en temps, mémoire ou précision dans les grands codes de simulation. Ces équations traduisent la dépendance (souvent liée à une loi physique) entre des inconnues dont on cherche les valeurs.

Dans les problèmes traités, chaque inconnue ne dépend en général que d'un sous-ensemble des autres, conduisant à des systèmes dont un grand nombre de coefficients est zéro: on parle alors de systèmes linéaires creux. Lors de la résolution, prendre en compte la nature creuse (ne pas mémoriser/traiter les zéros) d'un système de 10 millions d'inconnues (problème relativement commun en simulation numérique) est indispensable car il faudrait sinon une machine possédant des millions de milliards d'octets de mémoire.

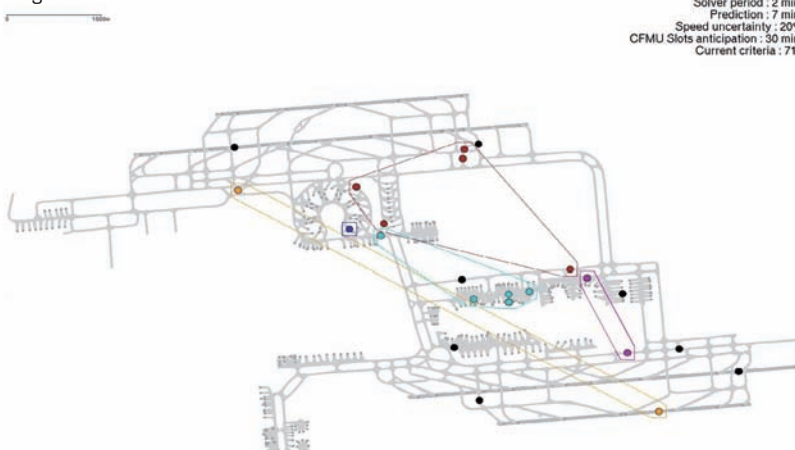
Résoudre des problèmes de taille toujours plus grande en nombre d'opérations (de l'ordre du pétaflops soit  $10^{15}$  opérations par seconde), et nécessitant toujours plus de mémoire (des dizaines de téraoctets soit  $10^{13}$  octets) sur des super-calculateurs (ordinateurs les plus puissants à un temps donné) est le défi visé par les travaux de l'équipe. La complexité n'est malheureusement pas uniquement liée à la grande taille mais aussi à la nature des problèmes à

résoudre (irrégularités, données approchées ou bruitées, sensibilité de la solution aux données). On peut alors préférer substituer au problème initial un problème approché mais plus régulier permettant une utilisation simplifiée de calculateurs possédant des dizaines de milliers de processeurs. À l'inverse, les contraintes de la simulation obligent parfois à rechercher la meilleure solution possible. Finalement, la vérité est souvent le résultat d'un compromis entre ces deux aspects et l'on peut ainsi, dans un premier temps traiter un problème approché utilisant plus efficacement le super-calculateur et ensuite développer des méthodes permettant de restituer la précision perdue. La recherche prend en compte ces aspects, en fait plus complémentaires que contradictoires, que l'on peut résumer ainsi: exploiter au mieux les ressources d'un ordinateur en contrôlant la qualité de la précision des solutions calculées. Par exemple, certains processeurs récents, tels que ceux de certaines cartes graphiques, sont capables de calculer dix fois plus vite en arithmétique réduite. Dans un tel contexte, exploiter cette réalité technologique conduit à développer une algorithmique permettant de recouvrer la qualité perdue par rapport à la solution atteignable en arithmétique étendue.

Ce travail a ainsi conduit l'équipe d'une part à développer des algorithmes et méthodes numériques éprouvés sur des problèmes réels et intégrés dans les grands codes de simulation de partenaires industriels et d'autre part à distribuer des outils logiciels à la communauté scientifique.

L'équipe est aussi fortement impliquée dans l'exploitation d'infrastructures informatiques permettant de traiter de grands volumes de données avec un accès aux outils logiciels appropriés (figure 4).

Figure 3



La circulation des avions sur un aéroport comme Roissy Charles de Gaulle est un problème fortement combinatoire facteur de retard pour les avions. On peut optimiser globalement chaque groupe d'avions en conflit en utilisant un algorithme évolutionnaire qui optimise soit les ordres de priorité entre avions, soit directement les itinéraires empruntés et les points d'arrêt.

## « Exploiter au mieux les ressources d'un ordinateur en contrôlant la qualité de la précision des solutions calculées »

Ce type d'infrastructure repose de plus en plus souvent sur le concept de grille connectant de façon transparente moyens de calcul, de stockage, de visualisation et instruments (banques d'essai, micro-arrays...), permettant de mutualiser ces moyens ou facilitant le travail collaboratif. L'accès aux diverses ressources informatiques de façon transparente pour l'utilisateur, tout en garantissant la sécurité des données, passe alors par le déploiement de services correspondant aux divers logiciels sur des nœuds de la grille de calcul.

### Fouille de données

La fouille de données traite de données massives, peu structurées, souvent bruitées afin d'en extraire informations et connaissances. Autant dire que ses applications sont nombreuses et variées notamment en sciences sociales, en biologie et en médecine. La classification non supervisée (clustering) en est une étape essentielle. Il s'agit avec le moins possible d'hypothèses de regrouper un ensemble d'items en classes

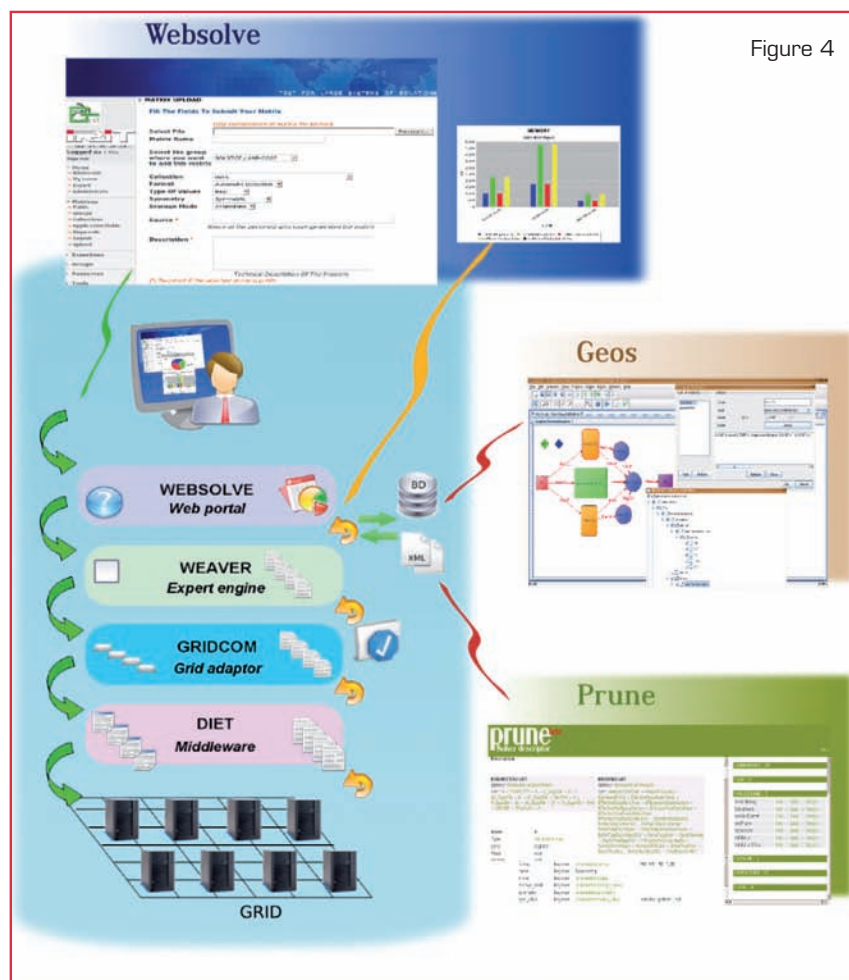


Figure 4

Le site GRID-TLSE offre l'accès à une plateforme d'expertise en logiciel scientifique via son portail Web (**WEBSOLVE**). Une fois les logiciels décrits (interface **PRUNE**), les scénarios (définis par **GEOS**) permettent d'exprimer les attentes des utilisateurs, par exemple : chercher l'outil logiciel utilisant le minimum de mémoire pour un problème donné. L'analyse et le déploiement des scénarios (moteur d'expertise **WEAVER**) conduisent à l'utilisation de la grille de calcul au travers du middleware **DIET** développé au sein du projet GRAAL (INRIA-ENS-LYON).

### MUMPS

Avec plus de 1 000 utilisateurs et 3-4 requêtes par jour cet outil logiciel du domaine public (mumps.enseiht.fr et graal.ens-lyon.fr/MUMPS/) d'environ 200 000 lignes de code est le résultat d'une forte collaboration de l'IRIT avec l'INRIA et le CERFACS.

Ce projet, né en 1999 du projet européen Esprit IV PARASOL est actuellement au cœur du projet Solstice (programme Calcul Intensif et Simulation de l'ANR) labélisé par le pôle de compétitivité Aerospace Vallée et d'un projet France-Berkeley'08 « Scalable Sparse Linear Equation Solvers on Emerging Petascale Computers ».

C'est un outil de référence en simulation numérique pour la résolution de grands systèmes d'équations. Il est unique au monde de par la richesse de ses fonctionnalités et sa robustesse numérique. Il s'adapte facilement à tout type d'architecture grâce à une approche distribuée et asynchrone du parallélisme.

MUMPS est une plateforme logicielle pour la recherche mais aussi un outil gratuit utilisé en production et qui rivalise avec les meilleurs outils publics et commerciaux dans chacun des secteurs couverts.

telles que, soit chacun appartient à une classe et une seule, soit appartient à au moins une classe. Le concept clé est celui de similarité.

Il existe un grand nombre de moyens de la mesurer et il est communément admis que leur choix est aussi, sinon plus important, que la procédure de regroupement elle-même.

L'optimisation joue un rôle fondamental aussi bien au niveau de la modélisation que de la résolution des problèmes via des fonctions objectif reposant sur cette notion de similarité. Qu'ils soient non linéaires en variables mixtes, non convexes et non différentiables, il n'existe pas d'algorithmes de résolution exacte. Aussi introduit-on des relaxations numériquement abordables. L'analyse spectrale de matrices déduites de la matrice de similarité en fait partie.

## « La fouille de données compte l'algèbre linéaire et l'optimisation parmi ses démarches les plus pertinentes »

Les préoccupations actuelles sont d'ordre méthodologique et applicatif. Dans le premier cas, à l'aide d'une nouvelle métaphore une stratégie de choix de fonctions de similarité gaussiennes est développée. Le travail concerne aussi les données dépendant du temps avec les difficultés inhérentes: séquences temporelles de longueur variable éventuellement très courtes, données manquantes, fort bruit. La voie spectrale est de celles empruntées. Le cadre biologique est celui des données d'expression de gènes obtenues à partir de puces à ADN dans le cas de plantes (légumineuses) soumises à des agents pathogènes racinaires.

Le but de cette fouille est d'aider à comprendre les mécanismes de résistance que développent certaines lignées à l'inverse d'autres. Cette recherche se fait dans le cadre d'une collaboration avec l'ENSAT-INRA

La fouille de données compte l'algèbre linéaire et l'optimisation parmi ses démarches les plus pertinentes, sa rencontre avec l'équipe APO ne doit donc rien au hasard. Bien que très récente, elle suscite déjà des collaborations ou demandes de collaborations avec le monde académique et celui de l'entreprise.

## PROJETS EN COURS ET COOPÉRATIONS

Par l'expérience acquise dans ces domaines, l'équipe apporte une compétence unique permettant de repousser les limites (algorithmiques - numériques - informatiques) de la modélisation et/ou résolution de problèmes réels dans les domaines liés à l'ingénierie, au contrôle de trajectoire de satellites, à la navigation aérienne et à la fouille de données.

Ceci permet à l'équipe APO de participer à de multiples projets nationaux et internationaux (dont certains sont majeurs dans leurs domaines respectifs):

### Nationaux:

- Trois projets financés par les programmes ANR: ARS, LEGO ([graal.ens-lyon.fr/LEGO](http://graal.ens-lyon.fr/LEGO)) et SOLSTICE ([solstice.gforge.inria.fr/partenaires.html](http://solstice.gforge.inria.fr/partenaires.html))
- GRID-TLSE ([www.gridtlse.org](http://www.gridtlse.org), voir figure 4)
- GRID-5000: (<http://grid5000.org>) et extension au niveau régional co-financé par la Région et le FEDER dans le cadre du PRAI (voir <http://gridmip.fr>)
- JADE: Jacobi Approaches for Discontinuous Extremals (CNES/INRIA/ONERA consortium OPALE), en collaboration avec l'Institut de Mathématiques de Bourgogne
- MUMPS ([mumps.enseiht.fr](http://mumps.enseiht.fr); voir encadré)

### Coopérations internationales:

- Japon: avec le National Institute of Informatics (NII) et avec le Japan Atomic Energy Agency et au travers d'un projet CNRS / JST REDIMPS (voir <http://redimps.org>)
- Projet France-Berkeley (<http://ies.berkeley.edu/fbf>) « Linear solvers on Petascale computers »
- Projet FP7 Marie Curie ITN Network, Massively Parallel Computations of Combustion and Emission Simulations
- Projet INRIA Équipes Associées ([www-direction.inria.fr/international/PHP/Networks/AffEA.php](http://www-direction.inria.fr/international/PHP/Networks/AffEA.php)) « PHyLeaS: Study of parallel hybrid sparse linear solvers »
- Organisation de conférences internationales ([www.precond07.enseiht.fr](http://www.precond07.enseiht.fr)) et (<http://vecpar.fe.up.pt/2008>)





Philippe Toint est professeur aux Facultés Notre-Dame de la Paix à Namur où il dirige le Laboratoire d'Optimisation Numérique et le Groupe de Recherche sur les Transports depuis 1979. Il a reçu le prix Beale-Orchard-Hays en 1994 pour le logiciel LANCELOT avec A.R. Conn et N. Gould et le prix Lagrange 2006 avec R. Fletcher et S. Leyffer pour l'introduction des méthodes de filtre. Membre du SIAM\*, il appartient aux comités d'édition de plusieurs revues internationales (SIAM Journal on Optimization, SIAM Journal on Numerical Analysis, Mathematical Programming,...). Il est auteur ou co-auteur de 5 livres et de plus de 100 publications dans des conférences internationales.

**Noir sur Blanc:** Que vous inspire la présence d'une équipe de calcul scientifique/mathématiques appliquées au sein d'un institut de recherche en informatique?

**Philippe Toint:** Il s'agit de deux disciplines initialement très proches car les ordinateurs sont nés de questions de mathématiques appliquées après la Seconde guerre mondiale. Elles ont ensuite divergé car le domaine d'application des ordinateurs s'est révélé plus large que le seul calcul scientifique. Cependant les deux disciplines ne se sont jamais vraiment quittées: l'informatique a toujours été à la pointe d'avancées importantes en calcul scientifique. Il reste toute une catégorie de problèmes très importants (e.g. problèmes de contrôle optimal régis par les dérivées partielles) où informatique et mathématiques appliquées doivent avancer ensemble pour pouvoir résoudre des cas complexes et de grande taille. De plus en plus, l'informatique permet de résoudre des problèmes que l'on

pensait insolubles jusqu'à présent. Le fait de disposer d'outils qui rendent la résolution de certains problèmes possible renforce l'intérêt d'une analyse conceptuelle par le biais des mathématiques.

**NsB:** Peut-on en arriver à suggérer que les informaticiens devraient travailler de plus en plus avec des spécialistes des mathématiques et de la modélisation...?

**P.T.:** Je suis vraiment convaincu que si mathématiques appliquées, modélisation et informatique se parlaient mieux, les trois disciplines pourraient progresser encore plus efficacement. Les vrais défis des systèmes expérimentaux complexes sont tout d'abord dans la modélisation. Lorsqu'on parvient à un modèle satisfaisant, traiter le problème requiert alors des compétences en informatique et en mathématiques.

**NsB:** Qu'est-ce qui vous paraît notable ou spécifique dans la démarche de l'équipe APO?

**P.T.:** J'ai toujours trouvé l'équipe toulousaine extrêmement intéressante avec d'une part une expertise indiscutable en algèbre linéaire et une grande expertise en contrôle. Ce qui me paraît intéressant dans l'évolution de l'équipe est que ces deux expertises ont tendance à se parler davantage ce qui renforce le pôle d'excellence toulousain.

**NsB:** Comment voyez-vous l'avenir dans le domaine des grands calculs (problématiques émergentes, challenges...)?

**P.T.:** Actuellement, il y a deux challenges vraiment importants:

- d'une part les problèmes non linéaires en nombres entiers. C'est un défi important et je vois avec plaisir dans l'équipe APO

## Philippe TOINT

(par exemple dans la thèse de D. Preda) quelques avancées dans ce créneau.

- Un autre domaine, qui semble en pleine évolution et qui domine actuellement toute la scène des mathématiques appliquées en Allemagne, est le contrôle optimal des systèmes régis par des équations aux dérivées partielles. Cela veut dire que l'on mélange à la fois les techniques d'optimisation ultra-avancées avec des codes d'éléments finis, de mécanique des fluides, ou de calcul scientifique avancé. Dans ce contexte, il faut cesser de considérer chacun comme la boîte noire de l'autre. Il va donc falloir se parler à un niveau de détail un peu plus fin qui peut par exemple passer par l'exploitation des structures sous-jacentes en éléments finis dans le cadre de l'optimisation et vice-versa. Il y aura un progrès substantiel lorsqu'on intégrera ces deux approches par exemple dans des applications de contrôle de fluide, en aéronautique, en météo, calcul de surfaces, etc.

**NsB:** En quoi l'optimisation et l'algèbre linéaire sont-elles des domaines importants?

**P.T.:** L'optimisation devient plus importante que jamais dans les pratiques industrielles et par ce biais les applications d'algèbre linéaire suivent et deviennent corrélativement plus importantes. Elles sont de plus largement utilisées par ailleurs. Il y a peu, on se battait avec les équations tout simplement. Maintenant que l'on sait les résoudre relativement bien, cela change complètement la perspective des industriels.

\*SIAM: Society for Industrial and Applied Mathematics

## À LIRE

A. R. Conn, N. Gould and P. Toint, **Trust-Region Methods**, SIAM, 2000.

A. R. Conn, N. Gould and Ph. Toint, **LANCELOT, A Fortran Package for Large-Scale Nonlinear Optimization (Release A)**, Springer Verlag, Series on Computational Mathematics #17, 1992.

## L'IRIT EN LIEN ÉTROIT AVEC L'ENSEIGNEMENT SECONDAIRE

Après le succès de la Fête de la Science en octobre 2007, l'IRIT a poursuivi sa démarche vers les collèges et les lycées en accueillant un groupe de professeurs le 6 mars 2008. Venus d'établissements de la région Midi-Pyrénées, ces enseignants ont participé à une journée de formation dans le cadre du «Plan Académique de Formation», action de l'Académie

de Toulouse à laquelle l'IRIT s'est joint pour la première fois cette année.

Au cours de cette journée, les enseignants ont eu une vue générale de l'enseignement de l'informatique à l'Université Paul Sabatier, puis différents exposés où leur ont été présentés plusieurs aspects des recherches des équipes SIG, DIAMANT, TRACES et VORTEX.

Par ailleurs, un groupe d'élèves du collège de Saint-Sulpice (Tarn), accompagnés de M. Bernard Vidal, professeur de mathématiques, est venu le 27 mars 2008 à l'IRIT, qui a ainsi pu découvrir à son tour les sujets montrés lors de la Fête de la Science.

## LES SATELLITES À L'IRIT: DE LA CONCEPTION À L'UTILISATION DES SERVICES

Le 2 avril 2008 le secteur valorisation de l'IRIT, dans le cadre des Rencontres Recherche-Industrie, a proposé une journée thématique sur «Les satellites: de la conception à l'utilisation des services».

La région Midi-Pyrénées est un leader mondial dans la construction et l'utilisation de services satellitaires. L'IRIT, premier laboratoire d'informatique de la région, est largement impliqué dans cette thématique qui va du développement des infrastructures spatiales aux applications de la navigation satellitaire.

Au cours de cette manifestation, les industriels et institutionnels ont rencontré les chercheurs de l'IRIT et de nombreux contacts se sont noués.

Le programme, les présentations et la vidéo de cette manifestation sont accessibles sur le site web de l'IRIT à l'adresse suivante: [www.irit.fr/2-avril-2008-Les-satellites-a-l](http://www.irit.fr/2-avril-2008-Les-satellites-a-l).



## MODELS'08:

ACM/IEEE 11<sup>TH</sup> INTERNATIONAL CONFERENCE ON MODEL DRIVEN ENGINEERING LANGUAGES AND SYSTEMS

Arrivée cette année à sa onzième édition, MODELS - la conférence internationale la plus renommée dans le domaine de l'ingénierie de modèles, aura lieu au Centre de congrès Pierre Baudis à Toulouse, du 28 septembre au 3 octobre 2008.

Organisée avec une forte implication des équipes MACAO et ACADIE de l'IRIT, sous la présidence de Ileana Ober de l'équipe MACAO, la conférence bénéficie, comme toujours, du partenariat de l'ACM SIGSOFT et IEEE.

MODELS offre chaque année un forum pour des idées novatrices autour des modèles et un excellent cadre pour des échanges entre la recherche et l'industrie.

MODELS est un conglomerat de manifestations scientifiques regroupant autour de la conférence principale, une dizaine d'ateliers thématiques journaliers, le symposium des enseignants, le symposium des doctorants et quelques tutoriaux.



Cette année pour soigner la relation privilégiée avec le côté applicatif, MODELS proposera des nouveautés absolues: un atelier technologique orienté sur l'utilisation des outils dans la modélisation ainsi qu'un symposium des projets de recherches applicatifs.

Des informations plus détaillées sont disponibles sur le site de la conférence:

[www.modelsconference.org](http://www.modelsconference.org)

## MANIFESTATIONS PASSÉES

**6 mars 2008**

Journée de formation de professeurs de collèges et lycées en partenariat avec l'Académie de Toulouse

IRIT

**2 avril 2008**

Rencontres Recherche-Industrie

Les satellites à l'IRIT : de la conception à l'utilisation des services

IRIT

[www.irit.fr/-Rencontres-Recherche-Industries](http://www.irit.fr/-Rencontres-Recherche-Industries)

**28 - 30 mai 2008**

COMMA'08

2<sup>nd</sup> International Conference on Computational Models of Argument

Université des Sciences Sociales, Manufacture des Tabacs, Toulouse

[www.irit.fr/comma08](http://www.irit.fr/comma08)

**24 - 27 juin 2008**

VECPAR 2008

8<sup>th</sup> International Meeting High Performance Computing for Computational Science

ENSEEIH, Toulouse

<http://vecpar.fe.up.pt/2008>

Les chercheurs de l'IRIT ont eu la responsabilité scientifique de:

**28 - 30 mai 2008**

UbiMob'08

4<sup>es</sup> journées Francophones Mobilité et Ubiquité

Institut Universitaire de Technologie de Saint-Malo

**10 - 12 juin 2008**

Handicap 2008

10 ans de recherche sur les aides techniques pour une meilleure compensation du handicap

Hôtel Mercure, Porte de Versailles, Paris

## MANIFESTATIONS À VENIR

**Juin à décembre 2008**

Cycle de séminaires IRIT 2008 sur le thème: Traitement automatique des langues naturelles (TALN)

Conférenciers prévus:

- Monique Slodzian (Inalco Paris), juin 2008
- Patrice Dalle (IRIT), septembre 2008
- Evelyne Viegas (Microsoft Research, USA) 23 octobre 2008
- Adeline Nazarenko (Microsoft Research, USA) octobre ou novembre 2008

**1<sup>er</sup> juillet - 4 juillet 2008**

CDM'08

International conference on Collaborative Decision Making Université des Sciences Sociales, Manufacture des Tabacs, Toulouse [www.irit.fr/CDM08](http://www.irit.fr/CDM08)

**7 - 11 juillet 2008**

ICCS'08

International conference on Conceptual Structures Université Toulouse le Mirail, Maison de la recherche, Toulouse [www.inra.fr/iccs08](http://www.inra.fr/iccs08)

**8 - 10 septembre 2008**

SMPS'08

The Fourth International Workshop on Soft Methods in Probability and Statistics

IRIT, Auditorium J. Herbrand

[www.irit.fr/smpos08](http://www.irit.fr/smpos08)

**28 sept. - 3 oct. 2008**

MODELS'08

ACM/IEEE 11<sup>th</sup> International Conference on Model Driven Engineering Languages and Systems

Centre de congrès Pierre Baudis, Toulouse

[www.modelsconference.org](http://www.modelsconference.org)

**8 - 10 octobre 2008**

EARIA 2008

École d'Automne en Recherche d'Information et ses Applications

Village Vacances Le Tolosan, Bousens (31)

**19 - 21 novembre 2008**

Journées AFIG 2008

Journées Francophones d'Informatique Graphique Université des Sciences Sociales, Manufacture des Tabacs, Toulouse

Les chercheurs de l'IRIT auront la responsabilité scientifique de:

**16 - 18 juillet 2008**

PerGrid08

International Symposium on Pervasive Grid

Sao Paulo, Brazil

<http://nets-www.lboro.ac.uk/lin/PGrid08>

**3 - 7 septembre 2008**

Globe'2008

1<sup>st</sup> International Conference on Data Management in Grid and P2P Systems

[www.irit.fr/globe2008](http://www.irit.fr/globe2008)

Vous pouvez retrouver l'agenda complet sur [www.irit.fr/-Agenda-](http://www.irit.fr/-Agenda-)

## L'IRIT TRANSFÈRE DU LOGICIEL DANS L'AUDIO ET LA VIDÉO

Le laboratoire crée. L'entreprise industrialise. L'IRIT contribue forcément à cette dynamique en transférant à des entreprises les résultats de ses recherches. C'est ainsi qu'une « jeune pousse », Sémographe, située en Franche-Comté, a contacté le laboratoire en vue de l'exploitation de logiciels et de procédés innovants. Tous ces résultats ont été obtenus au sein de l'équipe Structuration, Analyse, Modélisation de documents Vidéo et Audio (SAMoVA) dirigée par Philippe JOLY, maître de conférences à l'Université Paul Sabatier. SAMoVA développe des savoir-faire dans la modélisation, l'analyse et la structuration de documents vidéo et audio.

Sémographe s'intéresse plus particulièrement aux technologies suivantes :

- un logiciel d'analyse du canal audio d'un enregistrement (Speech, Music Noise): décomposition du flux entre la musique, la parole et le bruit,

- un logiciel permettant de regrouper dans un flux audio l'intégralité des paroles prononcées par un même locuteur (Speaker Diarization),

- un logiciel permettant d'étudier la similarité temporelle entre des documents audiovisuels (Similarity Measure of Audiovisual Contents),

- un procédé permettant de générer la structure d'un document en « chapitre » (groupe homogène): macro-segmentation.

Ces technologies intéressent plus particulièrement les organisations gérant des corpus audiovisuels ainsi que les sociétés d'édition de DVD. Les logiciels vont faire l'objet d'une licence au profit de la société. Le procédé fera, quant à lui, l'objet d'un brevet dont une licence sera accordée à la société.

Les résultats de recherche appliquée issus de collaborations sont de plus en plus nombreux. Que cela soit sous la forme de licences de logiciels ou de brevets, il est possible de travailler avec l'IRIT.

**Contact:** secteur Valorisation  
valo@irit.fr - 05 61 55 76 81

### ZOOM SUR...

Le projet TADAA



L'IRIT soutient les jeunes pousses de l'Incubateur Midi-Pyrénées. L'équipe Systèmes d'Informations Généralisés - Recherche d'Informations (SIG-RI) a été sollicitée pour valider les algorithmes du projet TADAA (moteur de recherche d'achats en ligne) porté par Monsieur Vinh LY. L'équipe SIG-RI a notamment une expertise reconnue en matière de validation expérimentale des modèles de recherche d'information compte tenu de sa participation aux campagnes d'évaluation TREC, CLEF et INEX. Le projet TADAA vise à créer un moteur de recherche de cadeaux qui renvoie une information pertinente à l'internaute. Le système améliore ses réponses selon les requêtes formulées par l'utilisateur en appliquant les techniques d'aide à la décision et collaboratives du Web 2.0.

## LA GESTION DE GRANDS PROJETS À L'IRIT

Les nouveaux modes de financement de la recherche en France impliquent des relations de plus en plus étroites entre l'IRIT et les entreprises locales, nationales et internationales. L'IRIT a décidé de renforcer les services rendus à ses membres dans deux directions.

Premièrement, la gestion de projets prend aujourd'hui énormément de temps aux chercheurs. Une fois les projets acceptés, la gestion des livrables, des budgets, des ressources humaines... doit être un service rendu aux chercheurs. Une gestion de projet au plus tôt est nécessaire pour remplir les obligations des participants d'un projet, notamment au niveau européen. Pour rendre ce service, une communication continue

avec les chercheurs est importante (être dans les listes de diffusion des projets, avoir accès aux Wiki des projets, participer aux réunions sur la partie concernant la gestion du projet) afin de ne pas ajouter du travail aux chercheurs mais au contraire leur donner plus de liberté.

Deuxièmement, les liens existants avec les acteurs économiques doivent être renforcés afin de créer des collaborations sur le long terme.

Cet aspect est important afin qu'une synergie se crée autour des chercheurs de l'IRIT et des besoins des entreprises. Afin d'attirer des partenariats avec l'industrie, il est nécessaire de leur fournir une description des possibilités offertes par l'IRIT, en termes de recherches, conseils, et services, mais également en termes de contractualisation et de financement à travers les programmes régionaux, nationaux, européens.



**Christina HERZOG**

Gestionnaire de projets

Christina.Herzog@irit.fr

05 61 55 85 52