

Fiche Demande de Moyens pour 2010

ISLE/CHPID



Table des matières

1	Titre du projet	2
2	Porteurs du projet	2
3	Présentation du projet	2
4	Actions réalisées en 2009	4
4.1	ICJ	4
4.2	LJK	5
4.3	LIG	6
4.4	LIP	9
5	Actions prévues par le projet en 2010	11
5.1	Mise en place d'un Bench sur les méthodes de décomposition de domaine	11
5.2	Partitionnement dynamique de systèmes EDA et décomposition en temps	11
5.3	Conformité des schémas d'intégration	12
5.4	Calcul hautes performances pour les problèmes d'hydrologies	12
5.5	Préconditionneurs parallèles	13
5.6	Groupe de Travail sur les méthodes numériques pour le calcul haute performances .	13
5.7	Programmation générative pour architecture hybride	13
5.8	Calcul Haute Performance et Quantification d'Incertitude	13
5.9	Couplage multi-physique/multi-échelle	14
6	Participants du projet	15
6.1	Grenoble	15
6.2	Lyon	16
6.3	Savoie	18
7	Demandes Allocations de recherche (ADR) 2010	19
7.1	ADR - Classement 1	19
8	Mobilité 2010	22
8.1	Accueil Pro - Priorité 1	22
8.2	Accueil Pro - Priorité 2	23
9	Budget 2010	28
A	Indicateurs 2009	34

SECTION 1

Titre du Projet

Calcul Hautes Performances et Informatique Distribuée

SECTION 2

Porteurs du projet

NOM	Caron	Prud'homme
PRÉNOM	Eddy	Christophe
ETABLISSEMENT	ENS Lyon	Université de Grenoble 1 (UJF)
LABORATOIRE	LIP	Laboratoire Jean Kuntzmann (LJK)
E-MAIL	eddy.caron@ens-lyon.fr	christophe.prudhomme@ujf-grenoble.fr
TÉLÉPHONE	04 37 28 76 46	04 76 63 54 97

SECTION 3

Présentation du projet

Le projet Calcul Hautes Performances et Informatique Distribuée a été créé au sein du Cluster ISLE en 2005. L'objectif de ce projet est de fédérer en région Rhône-Alpes les recherches autour de l'informatique distribuée, des grappes et des grilles de calcul et de données, de la modélisation numérique et du calcul intensif. Des applications sont privilégiées notamment dans les domaines de l'environnement, des nano-sciences, des systèmes complexes en sciences du vivant et en sciences de l'univers, et l'on vise à l'émergence de nouveaux paradigmes de calcul.

Ce projet rassemble les différents acteurs du calcul haute performance et de la modélisation numérique : des chercheurs en informatique parallèle et distribuée développant les concepts, les solutions et les outils pour l'informatique répartie et le calcul à haute performance; des mathématiciens appliqués développant des méthodes numériques efficaces; et un « réseau d'utilisateurs » : physiciens, biophysiciens, chimistes, impliqués dans la modélisation et le calcul, notamment pour les microtechnologies et nano-sciences, les matériaux, l'environnement et la santé.

Ce projet fournit d'une part un cadre dynamique et pointu de spécification et de validation des concepts et des technologies issues des recherches en informatique distribuée. Il permet le développement de recherche et la mise au point de solutions visibles au niveau national et international (par ex. DIET, OAR, CiGri, ...). D'autre part, les travaux autour des modèles et des applications bénéficient de cette interaction étroite avec les informaticiens et les spécialistes des grappes et des grilles.

Enfin, il est important de souligner que la mise en commun et le partage des ressources de calcul et de stockage sur toute la région est le passage obligé qui permettra aux acteurs du calcul de la région Rhône-Alpes d'aborder des problèmes de complexité et de dimensions jusqu'alors inaccessibles (participation à des projets européens et internationaux, collaborations avec les industriels régionaux et nationaux). À cet égard, le projet CHPID a participé à la création en 2008 de la communauté CIRA (Calcul Intensif en Rhône-Alpes), qui regroupe le réseau CIMENT à Grenoble, la Fédération Lyonnaise de Calcul à Haute Performance (FLCHP), et le projet MUST à l'Université de Savoie. Les collaborations au sein de la communauté CIRA permettront une implication forte dans l'Institut des Grilles, tant pour des développements middlewares en lien avec Grid'5000 que

pour une implication vers EGEE de nouvelles communautés, notamment en environnement et en sciences de l'univers. Les membres du projet CHPID sont également impliqués dans les groupes de travail « calcul intensif » organisés dans le cadre du pôle de compétitivité Minalogic de Grenoble.

Le projet est organisé en 2 volets « outils et méthodes logicielles et réseaux » et « outils et méthodes numériques », et s'appuie sur un « réseau utilisateurs ». Ces volets interagissent évidemment en interne au projet, et ont éventuellement d'autres coopérations « externes ». Par ailleurs les méthodes développées sont l'objet de validation dans le cadre d'applications menées par le « réseau utilisateurs ».

Actions réalisées en 2009

4.1 ICJ

4.1.1 Doctorants

- *Toan Pham Duc* : Schéma de découplage de systèmes d'ODEs raides (Dir: D. Tromeur-Dervout et F. Oudin-Dardun ICJ, financement ANR - début oct 2006)
- *Patrice Linel* : Développement de schémas symplectiques adaptés pour la décomposition en temps de systèmes aux équations différentielles algébriques sur système multiprocesseurs (Grille et temps réel). (Dir: D. Tromeur-Dervout ICJ et L. Lefèvre LAGEP, financement Région Rhône-Alpes, Oct. 2007)
- *Thomas Dufaud* : Développement de techniques de préconditionnement parallèles extensibles appliquées à l'optimisation de paramètres par différentiation automatique en mécanique de fluides. (Dir: D. Tromeur-Dervout, financement ANR, début Oct. 2008)
- Soutenance de la thèse de D. Guibert : Analyse de méthodes de résolution parallèle d'ODE/EDA raides (Dir: Tromeur-Dervout, financement Région Rhône-Alpes projet MATHGRID), septembre 2009

4.1.2 ANR

- *ANR TLOG 2006 PARADE* Parallel numerical Algorithms for Real time simulation of Algebraic Differential Equations System (Porteur D. Tromeur-Dervout ICJ, Laboratoire d'Automatique et Génie des Procédés (LAG EP) UMR5007 U. Lyon1, laboratoire d'informatique, de modélisation et d'Optimisation des systèmes (LIMOS) U. Blaise Pascal, Laboratoire d'Analyse et de Modélisation des Systèmes pour l'Aide à la Décision (LAMSADE) UMR7024 U. Paris Dauphine , INRIA Rocquencourt projet METALAU (Scicos), LMS IMAGINE, CONTINENTAL.)
- *ANR TLOG 2007 LIBRAERO* Large Information Base for the Research in AERODynamics. (Porteur M. Ndiaye, FLUOREM, LMFA ECL, INRIA Atlantique SAGE, FLUOREM,ICJ U. Lyon1)
- *ANR CIS 2007 MICAS* Modelling and Intensive Computation for Aquifer Simulations (Porteur: J. Erhel INRIA, INRIA Atlantique projet SAGE, CAREN/U. Rennes1, U. Le Havre, ICJ U. Lyon1)

4.1.3 Actions

- Organisation d'un minisymposium sur la parallélisation des ODE (ICJ), dans la conférence internationale sur la calcul scientifique en l'Honneur des 60 ans de E. Hairer, Université de Genève, Juin 2009. <http://www.unige.ch/math/hairer60>
- Journée autour des développements de l'ANR Tlog06 PARADE, ICJ-ISTIL Lyon 30 Juin 2009. <https://cdcsp.univ-lyon1.fr/parade/workshop.html>
- D. Tromeur-Dervout a été invité à faire un exposé à la *Société des Ingénieurs de l'Automobile: Atelier Co-Simulation*, Suresnes - SIA 12 Mars 2009. http://www.sia.fr/evenement_detail_atelier_co_simulation_1012.htm
- D. Tromeur-Dervout a été invité à faire un exposé au *Journées Scientifiques de l'ONERA: Nouvelles Frontières pour la Simulation des écoulements : Algorithmes et Processeurs*, 9 octobre 2009 - ONERA - Centre de Châtillon <http://www.onera.fr/jso/jso2009-newcfd/index.php>

4.2 LJK

4.2.1 Doctorants

Nouveaux Doctorants

- *Jean-Yves TISSOT* : Approches stochastiques et variationnelles pour l'analyse de sensibilité et la quantification d'incertitudes – Application à un système de prévision des circulations océaniques (Dir: C. Prieur et E. Blayo, bourse MESR - début : oct 2009)
- *Pierre-Antoine BOUTTIER* : Assimilation variationnelle de données pour la modélisation océanique à haute résolution (Dir: E Blayo et J Verron, financement ANR - début oct 2009)
- *Alexandre JANON* : Analyse de sensibilité et réduction de dimension. Application à l'océanographie. (Dir: M. Nodet et C. Prieur, financement MESR - début: oct 2009))
- *David CHEREL* : Méthodes de couplage pour les équations primitives et les équations de Navier-Stokes en océano-météo. (Dir: E. Blayo et A. Rousseau, financement MESR - début : oct 2008)
- *Vincent Chabannes*, oct. 2009, Dir: C. Prud'homme (UJF/LJK), co-Encadrant: N. Debit (UCB/ICJ) et M. Ismail (UJF/LSP), financement RA
- *Pierre-Yves Gires*, Circulation de globules rouges dans les vaisseaux sanguins, sept. 2009, dir: C. Misbah (UJF/LSP), E. Maitre(UJF/LJK)
- *Jean-Marc Gratien*, programmation générative pour des méthodes de type volumes finis, nov. 2009, Dir: C. Prud'homme (UJF/LJK), co-Di: Jean-Francois Méhaut (UJF/LIG), co-Encadrant: D. Di-Pietro(IFP), financement IFP

Soutenances de thèses

- Bost[1]
- Coquerelle[2]
- Lemarié[3]
- Maitre[4]
- Milcent[6]

4.2.2 ANR

- *ANR GeoFluids* (Programme SYSCOMM, porteur: Etienne Mémin, Rennes) : Analyse et simulation d'écoulements fluides à partir de séquences d'images : application à l'étude d'écoulements géophysiques.
- *ANR Adage* (Programme SYSCOMM, porteur: Olivier Gagliardini, LGGE Grenoble): Modèles adjoints d'écoulement de la glace pour l'assimilation de données en glaciologie.
- *ANR CostaBrava* (Programme COSINUS, porteur: Fabrice Gamboa, Toulouse): Complex spatio-temporal dynamics analysis by reduced models and sensitivity analysis.
- *ANR COMMA*: COupling in Multi-physics and multi-scale problems: Models and Algorithms. Collab. between universities of Bordeaux, Grenoble, Paris 13 and Toulouse.
- *ANR TLOG OPUS*: Open Platform for Uncertainty Quantity Quantification in Numerical Simulations. Collab. between industry, national labs and universities : EADS, EDF, CEA, UJF/LJK, Paris VII, INRIA, ECP, Supelec and SOFTIA.
- *META-LIFE* (PEPS CNRS and CHPID): Generative programming for Galerkin Methods on hybrid architectures. Collaboration between UJF/LJK, UJF/LSP, UJF/LIG and IFP.

4.2.3 Région

Le projet mené par Laurence Viry (Analyse de sensibilité et réduction de modèles pour des dynamiques spatio-temporelles complexes: application à l'étude de la variabilité des précipitations en Afrique de l'Ouest) avance. Des avancées au niveau des méthodes statistiques. Au niveau calcul, déploiement sur grille, avec collaboration avec Eddy Caron / DIET.

4.2.4 Actions

- Journée "L'assimilation de données dans tous ses états" - 20 mars 2009. Journée en l'honneur de F.-X. Le Dimet. Maison Jean Kuntzmann, Grenoble.
- Au niveau Animation, Éric Blayo vient d'être nommé pour animer le plateau "Modélisation" du cluster Environnement. Typiquement, des choses pourront être mutualisées avec l'animation de CHPID. (ne serait-ce que de l'échange d'information et des annonces de conférences).
- Groupe de travail Calcul organisé par C. Prud'homme et C. Picard alternant séminaire local et séminaire régional en lien avec CIMENT et CIRA.
- Création de la Maison de la Modélisation et Simulation, Nano-Sciences et Environnement (MaiMoSiNE) organisée autour de trois pôles : accueil recherche, formation et logiciels. Un dossier de création d'une structure fédérative a été déposé à l'AERES.
- Mise en place et ouverture d'une plateforme de type Forge(développement logiciel) à l'[UJF/LJK](#). Cette plateforme sera progressivement ouverte vers le campus grenoblois et l'expertise développée permettra d'établir des forges sur d'autres sites rhones-alpin.

4.2.5 Software

- [Life](#): a C++ library for partial differential equation solves using generalized Galerkin methods i.e. fem, hp/fem, spectral methods

4.3 LIG

4.3.1 Doctorants

- *Christiane Pousa Ribeiro*
 - Sujets de thèse: Analyse et contrôle de l'affinité mémoire sur des architectures multiprocesseurs à mémoire partagée NUMA
 - Directeurs de thèse: A. Carrissimi (UFRGS Porto Alegre), J-F. Méhaut (UJF/LIG/INRA)
 - Bourse Capes (Brésil)
 - Collaborations: BRGM (Orléans), INRIA Bordeaux (Runtime) Projet ANR NUMASIS
- *Rodrigue Chakode*
 - Calcul parallèle à la demande (HPC on demand) Partage et gestion de ressources d'une grappe de calcul mutualisée
 - Directeurs de thèse: M. Tchuenté (Yaoundé 1, IRD) J-F. Méhaut (UJF/LIG/INRIA)
 - Bourse INRIA
 - Projet Minalogic CILOE Collaborations avec Bull, C/S, edXact et Probayes
- *Matthieu Ospici*
 - Comment programmer et exploiter des grandes architectures parallèles hybrides? Applications aux simulations en nanosciences

- Directeurs de thèse: T. Deutsch (CEA INAC) J-F. Méhaut (UJF/LIG/INRIA)
- Bourse CIFRE Bull
- Collaboration avec le projet ANR ProHMPT et le projet RTRA Muscade
- *Blaise Yenké*
 - Prédiction des performances des opérations de sauvegarde/reprise sur des grappes virtuelles
 - Thèse préparée en cotutelle UJF Université de Yaoundé 1
 - Directeurs de thèse: M. Tchuenté (Yaoundé 1, IRD) J-F. Méhaut (UJF/LIG/INRIA)
- *Benjamin Négrevergne*
 - Algorithmes parallèles de fouille de données
 - Thèse UJF
 - Directeurs de thèse: M-C. Rousset (UJF/LIG) A. Termier (UJF/LIG) J-F. Méhaut (UJF/LIG/INRIA)
 - Collaboration avec le NII Tokyo (Uno)

4.3.2 Thèses soutenues

- *Brice Videau* [7]
 - Directeurs de thèse: O. Richard J-F. Méhaut
 - Brice Videau est actuellement en postdoc au CEA INAC
- *Lucas Nussbaum* [5]
 - Directeurs de thèse: O. Richard J-F. Méhaut
 - Lucas Nussbaum est actuellement MCF à Nancy

4.3.3 Thèse en collaboration avec le LJK

- *Jean-Marc Gratien*, programmation générative pour des méthodes de type volumes finis, nov. 2009, Dir: C. Prud'homme (UJF/LJK), co-Di: J-F. Méhaut (UJF/LIG), co-Encadrant: D. Di-Pietro(IFP), financement IFP

4.3.4 Animations scientifiques

- Workshop CIMENT-GPU (19 Octobre 2009, UFR IMAG) Ce workshop avait pour objectif de discuter de la problématique du calcul avec plusieurs acteurs de la communauté CIMENT. Dimitri Komatitsch de l'université de Pau a été invité en particulier par rapport à ses travaux de simulation sismique. La société Bull (Xavier Vigouroux et Matthieu Dubois) ont également participé à ce workshop.
- L. Genovese (ESRF) et Matthieu Ospici (Bull/UJF/CEA/INRIA) ont effectué une formation de 4 heures sur les GPU aux étudiants de l'école doctorale.
- J-F. Méhaut (UJF/LIG/INRIA) est coordonateur du projet ANR NUMASIS.
- J-F. Méhaut (UJF/LIG/INRIA) a participé aux comités de programme des conférences Ren-Par'19 et EuroPMVMPI'09.

4.3.5 Valorisation

- J-F Méhaut (UJF/LIG/INRIA) et L. Genovese (ESRF) ont été invités à un exposé au forum ORAP le 14 Octobre 2009 organisé à EDF Clamart.
- R. Chakode (LIG/INRIA) et J-F. Méhaut ont effectué des formations à OpenMP et MPI aux PME du projet Minalogic CILOE. 3 PME ont participé à ces formations (edXact-Voirion, Probayes-Montbonnot et Infiniscale-Montbonnot)

4.3.6 Projet ANR/Régionales

- Projet ANR NUMASIS 2006-2009 Simulations sismiques sur architectures multiprocesseurs NUMA Coordonateur: LIG/INRIA Mescal Participants: Bull, Total, CEA-DAM, BRGM, IRISA, INRIA Bordeaux, INRIA Pau
- Projet ANR PROHMPT 2009-2012 Programmation des Technologies Multicoeurs Hétérogènes Coordonateur: INRIA Bordeaux (Equipe Runtime) Participants: Bull, CAPS Entreprise, CEA CESTA, CEA INAC, Université de Versailles, INRIA Grenoble Rhône-Alpes
- Projet RTRA Muscade 2009-2012 Multi-scale Design of Nano materials with simulations on hybrid architectures Coordonateur: CEA INAC Participants: Institut Néel, INPG/Simap, LIG/INRIA
- Projet Minalogic CILOE 2008-2011 Calcul Intensif pour les LOGiciels de CAO Electronique et Embarqués Coordonateur: C/S Participants: Bull, edXact, infinyscale, Probayes, TIMA, INRIA Grenoble Rhône-Alpes

4.3.7 Résultats/faits marquants 2009

- Prix Fourier (Bull Genci)

Luigi Genovese a remporté le prix Fourier pour les travaux menés sur la version hybride de l'application BigDFT. Ce prix lui a été remis lors du forum Ter@tec en Juin 2009. Etaient associés à ce prix T. Deutch (CEA INAC), S. Goedecker (Université de Bâle), M. Ospici (Bull/CEA/INRIA) et J-F. Méhaut (UJF/LIG/INRIA)

L'application hybride BigDFT a été retenue comme une des applications benchmark du projet européen Prace (WPS)

L'application hybride BigDFT a été retenue comme application grand challenge de la plateforme Genci CCRT (titane).

- Plateforme de calcul hybride financé par CPER/Region,

Le LIG/INRIA mettent en place à Montbonnot une grappe de calcul hybride (noeuds disposant de processeurs et de GPU NVIDIA). Cette plate-forme sera utilisable par les utilisateurs de la région Rhône-Alpe, par les utilisateurs CIMENT et par les utilisateurs Grid'5000. C'est la première plate-forme hybride de cette envergure disponible dans un mésocentre régional. Les autres plates-formes de ce type le sont dans les centres nationaux de calcul (CCRT-CEA, CINES).

4.3.8 Mobilité

- Mobilité internationale lab internationaux INRIA/Urbana champaign L'équipe INRIA Mescal du LIG est fortement impliquée dans un laboratoire de recherche commun entre l'INRIA et l'Université d'Urbana Champaign (Illinois, USA). <https://wiki.ncsa.uiuc.edu/display/jointlab/Home>
- 2 doctorants (C. Pousa Ribeiro et M. Castro) du LIG ont ainsi participé en Juin 2009 à une école d'été sur la programmation multicoeurs. <http://www.uprc.illinois.edu/summer/2009/>
- J-F. Méhaut et Matthieu Ospici vont effectuer un séjour de deux semaine en Novembre à Urbana Champaign.
- J-F. Méhaut (UJF/LIG/INRIA) et A. Termier (UJF/LIG) ont effectué un séjour de deux semaines à l'université de Yaoundé 1. Des enseignements de niveau DEA (Master) ont été dispensés (2 cours de 30 heures), un cours sur la fouille de données et un autre cours sur la programmation multicoeurs.
- B. Négrevergne a effectué un séjour de 4 mois au National Institute of Informatics (NII) dans l'équipe de Takeaki Uno pour travailler sur une version parallèle de l'algorithme LCM. <http://research.nii.ac.jp/uno/>

4.4 LIP

4.4.1 Doctorants

- *Jean-Sébastien Gay* : Etude de stratégies d'ordonnancement et de gestion de données pour des applications de physique et de bio-informatique sur la grille (Dir: F. Desprez (LIP) et Y. Caniou (LIP). bourse région Cluster - début : oct 2005)
- *Benjamin Depardon*: Cosmological deployment and simulation on Grid Environments. (Dir: E. Caron (LIP), financement MESR - début : sept 2008)
- *Vincent Pichon*: Programmation d'applications scientifiques de couplage de codes à base de composants logiciels. (Dir. C. Perez (LIP) et André Ribes (EDF). Bourse CIFRE - début avril 2009).
- *Cristian Klein*: Multi-level Cooperative Resource Management. (Dir. C. Perez (LIP)). Bourse INRIA. - début oct 2009).

4.4.2 ANR

- *ANR COOP* (Programme COSINUS, porteur: Christian Perez, Lyon) : Multi Level Cooperative Resource Management for Scientific Application
- *ANR LEGO* (Programme CICG, porteur: Eddy Caron, Lyon): provide algorithmic and software solutions for large scale architectures; our focus is on performance issues.
- *ANR Solstice* (Programme Calcul Intensif, porteur: Jean Roman, Bordeaux) : solveurs hautes performances.
- *ANR SPADES* (Programme: ARPEGE): SPADES will propose solutions for the management of distributed schedulers in Desktop Computing environments, coping with a co-scheduling framework.
- *ANR DSLLAB* (Programme: **Gilles Fedak**): DSLLab builds an experimental platform over broadband and domestic Internet.

4.4.3 Région

Le projet mené par Laurence Viry (Analyse de sensibilité et réduction de modèles pour des dynamiques spatio-temporelles complexes: application à l'étude de la variabilité des précipitations en Afrique de l'Ouest) avance. Des avancées au niveau des méthodes statistiques. Au niveau calcul, déploiement sur grille, avec collaboration avec Eddy Caron / DIET.

4.4.4 Actions

- ParCo. International Conference on Parallel Computing. Du 1er au 4 septembre 2009. <http://www.ens-lyon.fr/LIP/ParCo09-3/>.
- SSS'09. The 11th International Symposium on Stabilization, Safety, and Security of Distributed Systems. <http://graal.ens-lyon.fr/SSS09/>
- Journée Interfaces Recherche en grilles - Grilles de production. 13 octobre. <http://graal.ens-lyon.fr/~desprez/FILES/ProdRech.html>.

4.4.5 Software

- MUMPS (<http://mumps.enseeiht.fr/>).
- DIET (<http://graal.ens-lyon.fr/DIET/>).

Références

- [1] C. Bost. “Méthodes Level-Set et pénalisation pour le calcul d’interactions fluide-structure”. PhD thesis. Thèse de l’Université Joseph Fourier, 2008.
- [2] M. Coquerelle. “Calcul d’interaction fluide-structure par méthode de vortex et application en synthèse d’images”. PhD thesis. Thèse de l’Institut National Polytechnique de Grenoble, 2008.
- [3] F. Lemarié. “Algorithmes de Schwarz et couplage océan-atmosphère”. PhD thesis. Thèse de l’Université Joseph Fourier, 2008.
- [4] E. Maitre. “Équations de transport, Level Set et mécanique eulérienne. Application au couplage fluide-structure”. Habilitation à diriger des recherches. Université Joseph Fourier, 2008.
- [5] Lucas Nussbaum. “Contributions à l’expérimentation sur des systèmes de grande taille”. PhD thesis. Université Joseph Fourier, 2008.
- [6] T. Milcent. “Une approche eulérienne du couplage fluide-structure, analyse mathématique et applications en biomécanique”. PhD thesis. Thèse de l’Université Joseph Fourier, 2009.
- [7] Brice Videau. “Expérimentation sur les nouvelles architectures : des processeurs multi-cœurs aux grilles de calcul”. PhD thesis. Université Joseph Fourier, 2009.

Actions prévues par le projet en 2010

5.1 Mise en place d'un Bench sur les méthodes de décomposition de domaine

D. Tromeur-Dervout

Nous souhaitons mettre en place un benchmark sur les méthodes de décomposition de domaine (temps et espace) afin de pouvoir comparer les coûts parallèles et les gains numériques de ces méthodes.

5.2 Partitionnement dynamique de systèmes EDA et décomposition en temps

D. Tromeur-Dervout, T. Pham (Doctorant), P. Linel (Doctorant ADR RA) ICJ **Collaborations** : Laboratoire d'Automatique et Génie des Procédés (LAG EP) UMR5007 U. Lyon1, laboratoire d'informatique, de modélisation et d'Optimisation des systèmes (LIMOS) U. Blaise Pascal, Laboratoire d'Analyse et de Modélisation des Systèmes pour l'Aide à la Décision (LAMSADE) UMR7024 U. Paris Dauphine , INRIA Rocquencourt projet METALAU (Scicos), LMS IMAGINE, CONTINENTAL.

Le partitionnement dynamique du système d'équations en sous-systèmes nécessite de déterminer des critères mathématiques pour partitionner sous les contraintes de stabilité et de consistance de l'ensemble. L'optimisation des échanges d'informations entre les sous-systèmes affectés à des clusters de calcul requière lui aussi un critère mathématique. Les travaux ont porté sur l'amélioration des techniques de prédicteur-correcteur de type $C(p,q,j)$ pour les décompositions dynamiques [8]. Une extension de ces méthodes par une approche POD **PTD08parcfd** où les échanges d'informations sont basés sur un critère mathématique de stabilité [2].

Une approche plus classique comme les méthodes de Schur sont elles aussi investiguées. Cependant, contrairement au contexte de la résolution des systèmes linéaires, les problèmes adressés sont dynamiques et de raideur variable. Nous avons donc envisagé des décompositions en sous-systèmes qui soient adaptatives et re-configurables dynamiquement. Pour les échanges d'informations entre les sous-systèmes, un traitement explicite des termes de couplages sous les contraintes de consistance et de stabilité des schémas est nécessaire

Les schémas de décomposition " en temps ", où l'intervalle temporel de simulation est découpé en sous-domaines temporels, chaque solution étant construite en parallèle sur chacun des sous-domaines temporels avec un processus itératif pour réduire les écarts entre la solution initiale d'un intervalle et la solution à la fin du sous-domaine précédent. Les schémas de type " Pararéel " proposés par J.-L. Lions, Y. Maday & Turicini, très efficaces sur les problèmes paraboliques linéaires, passent difficilement les fortes non-linéarités que l'on rencontre dans les systèmes d'EADs réels. Par ailleurs, comme dans le multi-grille classique, c'est l'étape de correction qui se prête le plus mal au parallélisme. Nous avons proposé dans la thèse de D. Guibert (soutenue en septembre 2009) une technique de pipelining de la spectral deferred correction. Une analogie avec la méthode pararéel peut être faite mais ici le coût des corrections devient négligeable [5]. Nous comptons poursuivre cette année nos investigations sur cette méthode.

Nous couplons ces décompositions en temps avec des schémas de type symplectiques pour leur stabilité et leur propriété de faible propagation des erreurs d'arrondis. Nous avons développé des méthodes de Schwarz et Schur en symétrisant l'intervalle d'intégration pour nous ramener à des problèmes aux limites [7]. Nous avons démontré dans le cas linéaires de bonnes accélérations [6]. Nous comptons cette année étudier nos méthodes de décomposition en temps dans le cadre non linéaires, en investigant d'une part le découpage du domaine pour conduire à une bonne linéarisation et d'autre part les techniques d'extrapolation de convergence non linéaire de suites comme le topological ϵ -Algorithm.

5.3 Conformité des schémas d'intégration

Collaboration: B. Maschke L. Lefèvre LAGEP UMR CNRS, D. Tromeur-Dervout, P. Linel (Doctorant ADR RA) ICJ

Il s'agit, en complément du développement des méthodes de partitionnements, d'investiguer l'interfacage des sous-modèles physiques dans leur dimension spatiales ou temporelles (conditions aux limites locales, réduction des grandeurs, conformation des schémas d'intégration temporelle).

Les modèles dynamiques physiques multi-domaines et multi-échelles ont en commun une structure d'interconnexion générique réalisant la composition d'un éventuellement grand nombre d'équation de bilans de quantités physiques conservées (masse, quantité de mouvement, etc.). Cette structure d'interconnexion s'applique à des paires de variables conjuguées dont les produits sont les flux de puissance impliqués dans les couplages entre les différents domaines et échelles. Elle correspond dans les représentations de type réseaux, comme les graphes de liaison (ou bond graph), à des généralisations de lois de Kirchhoff appelées structure de jonctions en graphes de liaison. Elle possède une structure mathématique, appelée structure de Dirac, généralisation des structures symplectiques ou de Poisson des systèmes mécaniques ou de la mécanique des fluides. Cette structure mathématique représente les invariants physiques du système (invariants dynamiques, contraintes) en dimension finie et infinie ainsi que les couplages multi-échelles. Pour les systèmes physiques couplés, la structure de Dirac représente les relations, continues de puissance entre les variables d'interface (par exemple les variables frontière) de différents sous-modèles. Ces structures mathématiques jouent un rôle clés dans les schémas d'intégration dédiés à la conservation de ces invariants et appelés schémas d'intégration symplectiques ou de Poisson. Ils permettent d'assurer de meilleures propriétés numériques en termes de stabilité et de d'erreurs locales et globales. De plus ils permettent d'assurer la conservation numérique de propriétés essentielles du modèle physique. L'objet des travaux proposés dans ce projet est premièrement d'étendre ces schémas d'intégration aux structures de Dirac c'est-à-dire de traiter non seulement des invariants dynamiques associés aux structures de Poisson, mais aussi des contraintes définies par la structure de Dirac. Deuxièmement nous nous intéresserons, et ceci constitue en fait l'objectif principal, à l'exploitation de la structure de Dirac définissant l'interconnexion entre sous-systèmes physiques de domaines ou d'échelles différents, pour la définition de leur couplage numérique cohérent avec les propriétés et la décomposition physiques, qui seront intégrés au sein d'un module logiciel. Ces travaux entrent dans le cadre de l'ANR TLOG2006 PARADE (fin: 30 Mai 2010).

5.4 Calcul hautes performances pour les problèmes d'hydrologies

D. Tromeur-Dervout, F. Oudin-Dardun, T. Dufaud (Doctorant ADR ANR), N. Kielbasievickz ICJ
Collaboration : J. Erhel INRIA Atlantique projet SAGE, J.R. De Dreuzy CAREN/U. Rennes1, A. Beaudoin U. Le Havre

L'objectif de ce projet est de développer des méthodes de simulation numérique pour modéliser et étudier l'hétérogénéité d'un milieu géologique et le transport de fluide et de solutés qui y prennent place [3]. En effet, l'hétérogénéité, qu'elle soit due à des fractures dans la roche ou à une très forte variabilité de la perméabilité, est la clef de compréhension de la dynamique des écoulements et du transport souterrain. Ces méthodes sont mises en oeuvre dans des logiciels performants pour réaliser des simulations à grande échelle sur des ordinateurs parallèles et des grilles de calcul. Ces simulations visent à aborder les questions de la gestion des ressources en eau potable et de la gestion des réservoirs pétroliers. Ces travaux sont associés à l'ANR CIS2007 MICAS (porteur : J. Erhel, fin : 2011) a pour ambition de développer une plate-forme logicielle, intégrant des hétérogénéités de natures différentes et couplant les phénomènes physiques du milieu souterrain. D'un point de vue méthodologique, il s'agit de mettre en oeuvre les techniques de Aitken-Schwarz pour les opérateurs non séparable. L'accélération de la convergence de la méthode de décomposition de domaine de Schwarz ne peut plus dès lors se faire mode par mode mais doit se faire vectoriellement **BGOD2008SIAM**, [4]. Il faut donc construire le cadre mathématique pour que la construction de cette matrice soit le plus économique possible. Nous avons proposé dans [9] une méthode fondée sur la décomposition en valeur singulière des traces des solutions pour l'accélération. Nous comptons mettre à profit cette année pour proposer des méthodes parallèle de décomposition en valeurs singulières incrémentales.

5.5 Préconditionneurs parallèles

D. Tromeur-Dervout, F. Oudin-Dardun, T. Dufaud, N. Kielbasievickz ICJ Collaboration : P. Ferrand LMFA ECL, J. Erhel IRISA, S. Aubert FLUOREM

La dérivation des méthodes numériques, donne accès immédiatement à la globalité des solutions à partir d'une solution de référence issue d'un logiciel de CFD (Simulation Numérique des Ecoulements 2D ou/et 3D); Le temps de calcul des coefficients de la série polynomiale (de Taylor) donnant la sensibilité de la solution par rapport aux paramètres ne va alors dépendre que du nombre de paramètres de conception et de la raideur des systèmes linéaires issus de la différentiation automatique. C'est actuellement le point dur de cette approche, les systèmes issus de la différentiation de la solution par rapport aux paramètres étant très mal conditionnés avec des clusters de valeurs propres mal répartis. Les expériences sur des cas non académiques montre que les techniques classiques de factorisations incomplètes MILUT ne permettent pas une accélération significative des méthodes de Krylov pour résoudre les systèmes linéaires donnant l'évolution des paramètres. Nous comptons poursuivre nos investigations des techniques de type Aitken-Schwarz adaptatives comme méthodes de préconditionnement **TD08parcfd**, [1]. Les codes de CFD modernes utilisent des structures bloc généralement pour tenir compte de la nature complexe des maillages. Nous souhaitons investiguer la construction du préconditionneur basé sur la matrice d'accélération de convergence de l'erreur de la matrice de Schwarz de sorte à accélérer la convergence des modes qui ralentissent la convergence de la méthode de Krylov. Ces travaux s'inscrivent dans le cadre de l'ANR TLOG 2007 LIBRAERO (Porteur: M. Ndiaye FLUOREM, fin décembre 2010)

5.6 Groupe de Travail sur les méthodes numériques pour le calcul haute performances

- D. Tromeur-Dervout: organisation d'un séminaire à Lyon avec un à deux exposés par mois le jeudi, en lien également avec l'initiative à Grenoble.
- C. Prud'homme, C. Picard et V. Louvet: un à deux exposés par mois le jeudi. Organisation bimensuel d'un séminaire régionale sur une après midi voire la journée sur un des sites associé à CHPID.
- Organisation d'un workshop "quantification d'incertitude dans les simulations numériques, calcul haute performance et informatique distribuée" en association avec les ANR OPUS et CostaBrava
- Développement des liens avec le projet SIMED du cluster ISLE

5.7 Programmation générative pour architecture hybride

Les travaux et collaborations entre le LJK(UJF), le LIG(UJF), le LSP(UJF) et l'IFP qui ont débuté autour de la programmation générative pour des méthodes de Galerkin sur architecture hybride (e.g. CPU/GPU) vont continuer. Les premiers résultats indiquent le formidable potentiel de ce type d'architecture.

- Organisation de séminaires/workshops dans le cadre du groupe de travail calcul au LJK.

5.8 Calcul Haute Performance et Quantification d'Incertitude

La quantification d'incertitudes dans les simulations numériques est un enjeu important. Il est l'objet de divers projets dont les projets ANR TLOG/OPUS et Cosinus/CostaBrava ou encore le projet LEFE dont les chercheurs rhones-alpin font partie. Elle fait appel au calcul haute performance pour les codes de calcul sous-jacent et nécessite typiquement l'emploi de grille pour la distribution des calculs. Ceci est tout à fait en phase avec les thématiques de CHPID.

- Organisation d'un workshop sur la quantification d'incertitudes dans les simulations numérique, le calcul haute performance et l'informatique distribuée.

5.9 Couplage multi-physique/multi-échelle

Le développement de méthodes numériques pour pour le traitement de couplage multi-physique/multi-échelle est au coeur du projet CHPID. Les applications phares sont en environnement et en bio-médicale/bio-mécanique.

- Collaboration avec le projet SIMED du cluster ISLE sur les applications bio-médicales et en particulier autour de la simulations des écoulements sanguins. Ceci est fait en lien avec la thèse (RA) de Vincent Chabannes;
- Collaboration avec l'EPFL (Suisse), l'U. Coimbra (Portugal) et l'U. Pavia (Italy), nous voulons inviter deux collaborateurs S. Bertoluzza et G. Pena à travailler sur et autour du sujet de thèse de V. Chabannes, voir la demande de mobilité section 7.1.1 page 19;
- Organisation (et participation) de séminaires/workshops autour de ces thématiques par exemple dans le cadre du groupe calcul mais pas seulement.

Références

- [1] A. Ben Abda, R. Ben Fatma, and D. Tromeur-Dervout. "An Aitken-like acceleration method applied to missing boundary data reconstruction for the Cauchy-Helmholtz problem". In: (2009). submitted to CRAS série Math.
- [2] Toan Pham Duc and Damien Tromeur-Dervout. "Proper Orthogonal Decomposition in Decoupling Large Dynamical Systems". In: (2009). submitted to Applied Numerical Mathematics.
- [3] J. Erhel et al. "A parallel scientific software for heterogeneous hydrogeology". In: vol. 67. Lectures Notes in Computational Science and Engineering. springer-verlag, 2009, pp. 39–48.
- [4] A. Frullone, P. Linel, and D. Tromeur-Dervout. "Adaptive Aitken-Schwarz for Darcy 3D flow on heterogeneous media". In: vol. 67. Lectures Notes in Computational Science and Engineering. springer-verlag, 2009, pp. 237–244.
- [5] D. Guibert and D. Tromeur-Dervout. "Cyclic Distribution of Pipelined Parallel Deferred Correction method for ODE/DAE". In: vol. 67. Lectures Notes in Computational Science and Engineering. springer-verlag, 2009, pp. 171–178.
- [6] P. Linel and D. Tromeur-Dervout. "Aitken-Schwarz and Schur complement methods for time domain decomposition". In: Parco 2009. accepted. Lyon 2009.
- [7] Patrice Linel and Damien Tromeur-Dervout. "Une méthode de décomposition en temps avec des schémas d'intégration réversible pour la résolution de système d'équations différentielles ordinaires". In: (2009). submitted to CRAS Math, 4 Pages.
- [8] T. Pham and F. Oudin-Dardun. " $C(p, q, j)$ Scheme with Adaptive time step and Asynchronous Communications". In: vol. 67. Lectures Notes in Computational Science and Engineering. springer-verlag, 2009, pp. 329–337.
- [9] Damien Tromeur-Dervout. "Meshfree Adaptive Aitken-Schwarz Domain Decomposition with application to Darcy Flow". In: *Computational Science, Engineering & Technology Series, Parallel, Distributed and Grid Computing for Engineering*, B.H.V. Topping and P. Iványi editors, Saxe-Coburg Publications 21 (2009), pp. 217–250.

SECTION 6

Participants du projet

6.1 Grenoble

Nom du labo et de l'équipe	Organisme de tutelle et statut du labo	Nom des chercheur (permanents) impliqués*	Statut du chercheur enseignant, chercheur, IATOS
Grenoble			
LIG équipe MESCAL	UMR 5217 CNRS UJF INRIA INPG UPMF	Jean-François Méhaut* Yves Denneulin Derrick Kondo Arnaud Legrand Vania Marangozova-Martin Olivier Richard	PR UJF PR INPG CR INRIA CR CNRS MCF UJF MCF UJF
LAOG	UMR 5571 CNRS UJF	Alexandre Faure Sébastien Maret Cécilia Ceccarelli	CR CNRS CR CNRS CR CNRS
Laboratoire Jean Kuntzmann (LJK)	UMR 5224 CNRS INPG INRIA UJF UPMF	C. Prud'homme E. Blayo A. Antoniadis G.-H. Cottet S. Labbé L. Debreu E. Maitre L. Viry F. Perignon	PR UJF PR UJF PR UJF PR UJF PR UJF CR INRIA MCF UJF IR UJF IR CNRS
Laboratoire Spectrométrie Physique (LSP)	UMR 5588 CNRS UJF	M. Ismail	MCF UJF
CIMENT / CIRA	Réseau utilisateurs	Resp : L. Desbat CIMENT/CIRA regroupe plusieurs dizaines d'utilisateurs universitaires grenoblois du calcul intensif	PR UJF

6.2 Lyon

Nom du labo et de l'équipe	Organisme de tutelle et statut du labo	Nom des chercheur (permanents) impliqués*	Statut du chercheur enseignant, chercheur, IATOS
Lyon			
LIP Équipe-Projet INRIA GRAAL	UMR 5568 CNRS ENS Lyon UCB Lyon 1 INRIA	Eddy Caron Yves Caniou Frédéric Desprez Gilles Fedak Jean-Yves L'Excellent Loris Marchal Christian Perez Yves Robert Frédéric Vivien	MCF ENS-Lyon MCF UCBL DR INRIA CR INRIA CR INRIA CR CNRS CR INRIA Prof. ENS-Lyon CR INRIA
LIP Équipe-Projet INRIA RESO	UMR 5668 CNRS ENS Lyon UCB Lyon 1 INRIA	Pascale Primet* Olivier Gluck Jean-Patrick Gelas Paulo Goncalvès Laurent Lefevre	DR INRIA MCF UCBL MCF UCBL CR INRIA CR INRIA
CRAL	UMR 5574 CNRS ENS Lyon UCB Lyon 1	Hervé Wozniak Jérémy Blaizot Bruno Guiderdoni	Astronome Astronome Adjoint DR CNRS
PSMN Pôle Scientifique de Modélisation Numérique	ENS-Lyon	Emmanuel Lévêque Hervé Gilqun Gérard Lasseur	CR CNRS IR CNRS IR CNRS
IBCP	UMR 5086 CNRS Lyon1	Christophe Blanchet* Richard Lavery Anja Bockmann	IR CNRS DR CNRS CR CNRS
LPMCN	UMR 5586 CNRS	Jean-Louis Barrat Tristan Albaret Thierry Biben	Prof. MCF Prof.
CC IN2P3	USR 6402 CNRS	Frédéric Suter* Dominique Boutigny	CR CNRS DR CNRS

Nom du labo et de l'équipe	Organisme de tutelle et statut du labo	Nom des chercheur (permanents) impliqués*	Statut du chercheur enseignant, chercheur, IATOS
Lyon			
ICJ <small>CDCSP-U.Lyon1 / MMCS-ICJ-UMR5208-U.Lyon1-INSa-ECL-CNRS</small>	CNRS UMR5208 U.Lyon1 INSA ECL	Tromeur-Dervout Damien <small>CDCSP/MMCS-ICJ</small>	PR
		Leroux Daniel	PR
		Renard Yves	PR
		Schatzman Michelle	DR CNRS
		Bernard Maschke <small>CDCSP/LAGEP-UMR5007-U.Lyon1-CPE-CNRS</small>	PR
		Laurent Lefèvre <small>CDCSP/LAGEP-UMR5007-U.Lyon1-CPE-CNRS</small>	MC
		Oudin-Dardun Fabienne	MC
		Debit Naima	MC
		Pinaud Olivier	MC
		Delcourte Sarah	MC
		Malbos Philippe	MC
		Clopeau Thierry	MC
		Kielbasievikz Nicoals	IR
Dumont Thierry	IR		
Louvet Violaine	IR		
Fogliani Daniel <small>CDCSP</small>	AI		

6.3 Savoie

Nom du labo et de l'équipe	Organisme de tutelle et statut du labo	Nom des chercheur (permanents) impliqués*	Statut du chercheur enseignant, chercheur, IATOS
Savoie			
LAPP	UMR 5814 CNRS IN2P3 UdS	Stéphane Jezequel Nadine Neyroud	DR CNRS IR CNRS
LAMA	UMR 5127 CNRS U. Savoie	C. Acary-Robert C. Bourdarias D. Bresch D. Dutykh S. Gerbi	IR U. Savoie MCF DR CNRS CR CNRS MCF

SECTION 7

Demandes Allocations de recherche (ADR) 2010**7.1 ADR - Classement 1**

Demande ADR 2010	classement 1
Titre	Grilles de PC pour le calcul hautes performances: applications au biomédical
Laboratoire	LIP
Ecole Doctorale de rattachement	Math-info
Etablissement gestionnaire	ENS-Lyon
Directeurs de thèse :	Christian Perez (INRIA/LIP à 90%), Christophe Prud'homme (UJF/LJK à 10%)
Co-direction	Gilles Fedak (CR/INRIA), Christophe Picard (MCF/INPG)

7.1.1 Résumé du sujet

Les grilles de calcul sont devenues une alternative efficace pour la résolution de problèmes nécessitant une grande puissance de calcul (décryptage génomique, simulation cosmologique, physique des hautes énergies, etc.). Parmi ces architectures, les grilles de PC[7], ou *desktop grids*, connectant les machines d'utilisateurs à la périphérie du réseau mondial se multiplient. Depuis près d'une décennie ces systèmes ont sans doute constitué les plus grands systèmes distribués de l'Internet; certains d'entre eux, tels que SETI@Home ou le Décryphon, parvenant à agréger des puissances de calcul considérables pour une fraction du coût d'un supercalculateur.

Le calcul intensif à grande échelle et en particulier les grilles d'ordinateurs personnels a connu plusieurs évolutions. La première génération était celle des prototypes qui visaient à établir la faisabilité de ce nouveau paradigme de calcul. La seconde génération était celle des applications et des intergiciels qui ont prouvé qu'il était possible de fédérer d'immenses capacités de calcul sur des applications de calcul intensif. Si les grilles de PC ont prouvé leur utilité, force est de constater que leur domaine d'emploi reste limité aux applications de type sac de tâches indépendantes sans communication et avec peu d'entrées/sorties. Une nouvelle étape dans l'évolution des grilles de PCs est nécessaire pour étendre le champ d'application aux applications parallèles communicantes ou impliquant le traitement de grands volumes de données.

Les travaux récents de l'équipe GRAAL autour des grilles de PCs s'orientent vers l'exécution d'applications traitant de grand volumes de données. Nous avons étudié l'utilisation de protocoles Pair-à-pair et l'emploi de réseau de distribution de contenu (CDN) pour la diffusion de données à grande échelle dans les applications de calcul intensif.

Les applications de traitement intensif de données se caractérisent par le traitement en parallèle sur de grands ensembles de données. Il faut donc pouvoir découper les données, distribuer le stockage des morceaux de données sur les nœuds et répartir le traitement des données. Le logiciel BitDew [9], développé au sein de l'équipe GRAAL, est un environnement programmable qui permet la réplication, la tolérance aux pannes, la distribution collaborative des données ainsi qu'un placement des données par affinité.

Nous pensons qu'il est possible de considérer une approche pour l'exécution d'applications parallèles en traitant les communications de façon similaire aux transferts de données et en se basant sur le logiciel BitDew.

Un premier axe de recherche est d'implémenter les communications collectives classiques (broadcast, réduction, gather/scatter, all-to-all) en tirant bénéfice de l'expérience acquise sur les mouvements de données. Il existe déjà plusieurs travaux proches visant à faire des communications col-

lectives sur une plate-forme P2P de calcul (P3, P2P-MPI). Cependant, elles reposent sur l'hypothèse que des communications directes entre pair sont possibles, ce qui n'est pas forcément acceptable par les utilisateurs volontaires de grilles de PCs. Nous souhaitons privilégier l'approche par réseau de distribution (CDN), où un ensemble de pairs de confiance réaliseront les échanges de données. Ceci est réalisable avec BitDew en utilisant les directives de placement des données. Cependant, l'implémentation d'opérations collectives au-dessus de protocole de transferts de fichiers client/serveur, P2P et CDN est nouveau et il sera très intéressant d'évaluer ces approches dans un contexte réel de l'Internet ADSL. Pour cela nous utiliserons les plate-formes DSL-lab et Planet-Lab et comparerons les différentes approches, en simulant la volatilité des nœuds par des crashes. Pour être implémentée efficacement, cette solution devra prendre en compte des informations sur la distance réseau, en terme de latence et de bande passante, entre les pairs de calcul et les pairs destinés à la gestions des communications.

Ce projet permettra d'intégrer les grilles de PCs dans l'environnement de calcul habituel des scientifiques. Pour ce faire, il faudra transformer une grille d'ordinateurs personnels en une solution de calcul de type cluster en masquant les caractéristiques d'insécurité et de grande volatilité des ressources de calcul. Nous mettrons en place des interfaces de haut niveau (type matlab/octave/python) qui permettront d'accéder et de manipuler les simulations déployées sur les grilles de PC.

Le second axe de recherche est l'introduction de techniques de virtualisation dans les grilles de PCs. En permettant aux utilisateurs de configurer des images virtuelles de système d'exploitation sur les nœuds de la grille de PCs, nous leur permettrons de déployer des applications faisant appel à des environnements d'exécution plus complexes, notamment les applications basées sur les langages et des bibliothèques mathématiques spécialisées (R, MatLab, Octave). Nous avons déjà montré que les machines virtuelles permettent une excellente protection de la machine du participant [10]. Nous étendrons ces travaux en couplant les machines virtuelles avec le réseau de communication et en fournissant des solutions de checkpoint/restart qui augmenteront la fiabilité du système.

7.1.2 Applications

Ce projet se situe à l'interface entre informatique, méthode numérique et applications. Nous allons considérer

- micro-fluidique et bio-mécanique
- biologie, croissance de tumeurs, croissance de cellules pour des prothèses osseuses

Bio-Médical L'utilisation de l'imagerie médicale afin de réaliser la détection et le suivi de la croissance de tumeur cancéreuse est limitée par la fréquence à laquelle elle peut-être mise en oeuvre. Chaque patient étant unique, deux tumeurs qui apparaissent identiques sur des images réalisées au même moment peuvent avoir des évolutions complètement différentes. La nécessité de développer des outils qui permettrait de prédire avec un nombre limité de données est donc primordial pour adapter le traitement à chaque patient.

Les applications développées qui permettent de faire ces prédictions font appel à des modèles mathématiques avancés et des méthodes numériques modernes. Bien que la simulation en temps réelle ne soit pas nécessaire, les simulations de ces phénomènes complexes restent trop longues pour être mises en oeuvre sur chaque cas.

Dans un soucis de rapidité et de flexibilité, l'un des outils développé est construit à partir d'une discrétisation volumes finis sur des grilles cartésiennes régulières des modèles mathématiques. Les géométries complexes sont décrites à partir de level-set et les différents milieux sont délimitées par une méthode de pénalisation.

La combinaison de ces différentes méthodes numériques permet d'envisager l'utilisation de méthodes de décomposition de domaines qui s'appuie sur un découpage en bloc parallélépipédique de la géométrie globale et d'optimiser les opérateurs sur ce partitionnement de l'espace. De plus, la résolution dans chaque domaine peut-être optimisée à un niveau supplémentaire en faisant appel à des méthodes de type transformée de Fourier rapide ou multigrille. L'association des méthodes

de décomposition de domaine avec les solveurs rapides permet de s'adapter aux différentes architectures de type grappe de calcul, multicœur et GPU en limitant les pertes de performances.

MAIMOSINE Dans le cadre de la création de la Maison de la Modélisation et de la Simulation, Nano-sciences et Environnement (MAIMOSINE) sera mis en place un pôle logiciel en charge de développer des services allant du développement collaboratif jusqu'à leur référencement, leur dissémination et valorisation. Des démonstrateurs des codes de simulation seront à disposition. Il s'agira dans le contexte de la thèse d'évaluer l'utilisation de grilles PC et de cluster pour la mise à disposition des moyens de calculs pour ces démonstrateurs et ce de manière transparente pour l'utilisateur. Les interfaces web, matlab/octave/scilab seront les interfaces à disposition de l'utilisateur pour manipuler ces applications déployées.

Références

- [1] Alexandre Denis et al. "Engineering the Grid: status and perspective". In: ed. by Laurence T. Yang Beniamino Di Martino Jack Don and Hans Zima. ISBN: 1-58883-038-1. American Scientific Publishers, 2005. Chap. Programming the Grid with components: models and runtime issues.
- [2] Raúl López Lozano and Christian Pérez. "Improving MPI Support for Applications on Hierarchically Distributed Resources". In: *Recent Advances in Parallel Virtual Machine and Message Passing Interface, 14th European PVM/MPI User's Group Meeting*. Lecture Notes in Computer Science. Paris, France: Springer Berlin / Heidelberg, 2007, pp. 187–194.
- [3] Julien Bigot et al. "On Abstractions of Software Component Models for Scientific Applications". In: *Proc. of the Abstractions for Distributed Systems workshop*. Las Palmas, Gran Canaria, Spain 2008.
- [4] Marc Garbey and Christophe Picard. "A code-independent technique for computational verification of fluid mechanics and heat transfer problems". In: *Acta Mechanica Sinica* 24.4 (2008), pp. 387–397.
- [5] Marc Garbey et al. "Computational Tool for a Mini-Windmill study with SOFT". In: *18th International Conference on Domain Decomposition Methods*. 2008.
- [6] Marc Garbey et al. "Toward an Intelligent Data and Visualization Desk for Endovascular Surgery". In: *23rd International Conference on computers and their applications*. 2008.
- [7] Franck Cappello et al. "Handbook of Research on Scalable Computing Technologies". In: IGI Global, 2009. Chap. Desktop Grids: From Volunteer Distributed Computing to High Throughput Computing Production Platforms.
- [8] Thierry Colin and Christophe Picard. "On numerical solver for Poisson problem with non-uniform diffusion coefficient". In preparation. 2009.
- [9] Gilles Fedak, Haiwu He, and Franck Cappello. "A Data Management and Distribution Service with Multi-Protocol and Reliable File Transfer". In: *Journal of Network and Computer Applications* (2009).
- [10] Attila Csaba Marosi et al. "Using Virtual Machines in Desktop Grid Clients for Application Sandboxing". In: *Euromicro PDP 2010*. 2010.

SECTION 8

Mobilité 2010

8.1 Accueil Pro - Priorité 1

Bourse internationale de mobilité Accueil Pro 2010	Priorité 1
Durée 4 mois	Début : juillet 2010 Fin : février 2011
Laboratoire d'accueil	Laboratoire de Spectrométrie Physique (LSP)
Equipe d'accueil	Dyfcom
Responsable	Mourad Ismail
Adresse	Laboratoire de Spectrométrie Physique Université Joseph Fourier – Grenoble I
Nom du candidat	Silvia Bertoluzza
Fonction / grade	Directrice de recherche 1ère classe au CNR (Italie)
Nationalité	Italienne
Adresse personnelle du candidat	V. Marchesi 24, 27100 Pavia (Italie)
Nom et adresse du laboratoire du candidat	Istituto di Matematica Applicata e Tecnologie Informatiche del CNR, v. Ferrata 1, 27100 Pavia (Italie)
Etablissement gestionnaire bourse Accueil pro	Université Joseph Fourier, Grenoble 1
Titre du sujet	Méthode de la frontière élargie, interaction fluide/structure et décomposition de domaines

8.1.1 Résumé du sujet

Dans le cadre de la simulation numérique d'écoulements sanguins on est souvent confronté à de nombreux problèmes. D'un côté on a affaire à des géométries complexes sur de domaines assez étendus. L'utilisation des méthodes de domaines fictifs ainsi que des techniques de décomposition de domaines semblent alors être particulièrement adaptées. De l'autre côté il a été observé que les globules rouges peuvent subir de grandes déformations pour pouvoir passer dans de très petits capillaires. D'où l'intérêt d'utiliser des méthodes d'ordre élevé aussi bien en espace qu'en géométrie.

En vue de ces considérations, lors du séjour de Silvia Bertoluzza à Grenoble nous prévoyons d'aborder deux thèmes principaux qui vont contribuer au développement de schémas numériques efficaces. Ces thèmes sont en relation directe avec la thèse de Vincent Chabannes (ADR financée par la région par le biais du cluster ISLE) :

- FBM et interaction fluide/structure : dans des récents travaux avec Silvia Bertoluzza ([19]) nous avons montré que contrairement aux autres méthodes de domaines fictifs, la méthode de la frontière élargie (FBM) préserve l'ordre optimal au sens des éléments finis classique. Cette propriété est aussi valable quand il s'agit d'éléments finis d'ordre élevé. Ainsi, notre méthode présente un grand avantage si l'on veut l'utiliser pour modéliser avec précision les interactions fluide/structure dans le cadre des écoulements sanguins.
- Méthodes de décomposition de domaines : dans la mesure où l'on souhaite prendre en compte un grand nombre de globules rouges dans le cadre de simulations numériques tridimension-

nelles d'écoulements sanguins, on est souvent confronté à un coût de calcul assez élevé. Ainsi, nous avons choisi d'adopter une stratégie faisant intervenir une parallélisation massive sur des architectures hybrides CPU/GPU. Naturellement cette méthode fait intervenir des techniques de décomposition de domaines nécessitant des analyses théoriques et numériques non standard. S. Bertoluzza est l'une des spécialistes dans ce domaine et son apport serait d'une très grande importance.

8.2 Accueil Pro - Priorité 2

Bourse internationale de mobilité Accueil Pro 2010 Priorité 2	
Durée 4 mois	Début: Juillet 2010 Fin: Février 2011
Laboratoire d'accueil	LJK
Equipe d'accueil	EDP
Responsable	Christophe Prud'homme
Adresse	51 rue des Mathématiques
Nom du candidat	Gonçalo Pena
Fonction / grade	Chercheur
Nationalité	Portugaise
Adresse personnelle du candidat	Travessa Moura e Sá, nº18, 3C, 3000-291 Coimbra, Portugal
Nom et adresse du laboratoire du candidat	Departamento de Matemática Universidade de Coimbra Largo D. Dinis Apartado 3008 3001 454 Coimbra Portugal
Etablissement gestionnaire	UJF
bourse Accueil pro	
Titre du sujet	A high order 3D Arbitrary Lagrangian Eulerian framework for Navier-Stokes equations in moving domains

8.2.1 Résumé du sujet

The mathematical and numerical simulation of blood flow in arteries is a tool that allows the study of blood flow pathologies. In cases like atherosclerosis, the understanding of the rheology in the damaged artery can help the surgeon define better surgical approaches. The fluid-structure interaction problem associated with this kind of problem is a difficult one to solve and due to the nature of its application, we need accurate solvers to conduct such simulations.

The fluid-structure interaction problem is obtained by coupling the incompressible Navier-Stokes equations with the St Venant-Kirchhoff model. The Navier-Stokes equations are expressed in the Arbitrary Lagrangian-Eulerian framework and the structural equations are described using a Lagrangian approach.

In this project we propose to develop a three dimensional fluid-structure interaction framework to simulate blood flow in arteries. The framework uses the (triangular) spectral element method for the space discretization as well as high order integrators in time to attain good accuracy.

The goal of this project is to simulate the carotic bifurcation, with possible narrowing and obstructions.

8.2.2 Introduction

The mathematical modeling and numerical simulation of the cardiovascular system, or in a more specific case, blood flow in arteries, can be of help in understanding blood flow pathologies. One of the main causes of death in the spectrum of cardiovascular diseases is *atherosclerosis*, also known as *Arteriosclerotic Vascular Disease*. It is the condition in which an artery wall thickens as the result of a build-up of fatty materials such as cholesterol. This disease can produce the narrowing of the arteries, therefore diminishing the blood supply of the organs it feeds. It can happen that the cardiovascular system compensates the loss of blood flow by enlarging the artery. However, this might lead to an aneurysm. Other complications of atherosclerosis are the formation of thrombus that can cause myocardial infarction (heart attack) or, if the process happens in the brain, a stroke. Treatment usually includes stents to enlarge narrowed arteries or bypass surgery, creating additional blood supply for the areas they have less blood flow.

The numerical simulation of the effect of obstructions and stiffening in the blood flow in arteries can be of great assistance to medical doctors in devising better ways of treatment. Also, the *a priori* knowledge of the local hemodynamics in the presence of a stent, see Canic, Krajcer, and Lapin [11], or a bypass can help minimizing post-surgical complications or, for instance, contribute to the better design of bypasses [6].

The mathematical description of blood flow in an artery is done by coupling a model describing the blood flow with another model describing the artery's wall, see Formaggia, Quarteroni and Veneziani [20]. This setting fits a bigger class of problems called *fluid-structure interaction (FSI) problems*. In the case of large arteries, the blood flow can be modeled by the incompressible Navier-Stokes equations, see for instance Canic, Mikelic and Tambaca [9] and the artery's wall by some viscoelastic equation such as the generalized string model, independent ring model or the St Venant Kirchhoff model, see Quarteroni, Formaggia and Veneziani [20].

The numerical methods found in the literature to treat this kind of problem are usually the finite element method for the space discretization combined with a time discretization technique and a modular or non-modular approach for the coupled FSI problem, see [5, 20, 12, 17]. The main difficulties of simulating this problem are:

1. the discretization of the system of equations in a domain that evolves in time, see [1, 2]
2. the solution algorithm for the coupled problem, see [5, 12, 7, 20]
3. the techniques to solve the linear system that appear in the process of calculating the solution.

Recently, Pena and Prud'homme [22] proposed, in a 2D framework, the use of the spectral element method for the space discretization combined with stiffly stable time integrators, see Sherwin and Karniadakis [8]. The motivation for the use of spectral elements is in their good properties of convergence (as well as low dissipation and dispersion) and the assumption that the blood flow is smooth enough.

8.2.3 Objectives

This project has two main goals: the first is to develop efficient algorithms to tackle the fluid-structure problem in hemodynamics, see section 8.2.4; the second is to develop a reliable tool to, in the future, collaborate with medical doctors in simulating real patient pathologies, see section 8.2.5.

8.2.4 Stage planning

In this section, we detail the plan of the work to be developed. To accomplish the first goal, ie, develop efficient algorithms to tackle the fluid-structure problem in hemodynamics, we split the work load in several stages. We now enumerate the several stages and strategies to achieve a reliable FSI solver.

- **STAGE 1.** In this stage, to extend the solution strategy presented in [22] to a full 3D setting in the framework Life, see section 8.2.5. This involves two major tasks:

1. the extension to 3D of the ALE map construction; this is currently done using a harmonic extension to generate a piecewise linear ALE map and Gordon-Hall type transformations to adapt this map to describe a curved boundary; we pretend to find another approach that allows to define a similar map, but without using the Gordon-Hall transformations; for more details on this approach, see Pena [21]
 2. the extension to 3D of the interface operators between the fluid domain and the structure's domain.
- **STAGE 2.** At this point, the generalized string model proposed in Pena and Prud'homme [22] to simulate the structural wall is to be replaced by a more realistic model, such as the non-linear St Venant Kirchoff model.
 - **STAGE 3.** Having done Stage 1 and 2, we propose to use semi-implicit methods, see [12] for an example, of the non-modular type. In Pena [21], the author considered fully coupled algorithm and a semi-implicit method combined with the fix point method. Both methods revealed not to be satisfactory when using second order elements, ie, the elements of the mesh discretizing the fluid were described with a polynomial of total degree two. Our goal is to explore semi-implicit methods combined with a monolithic approach, see Heil [7].
 - **STAGE 4.** Once the solver is built, the next step is the parallelization of the code. The increase of degrees of freedom for the FSI problem in the three dimensional case induces the need of constructing a parallel code, otherwise, it can only be used in simple geometries.
 - **STAGE 5.** The final stage of the project is to simulate the carotic bifurcation, with possible narrowing and obstructions, see [10].

8.2.5 Collaborations

The development of a fluid-structure interaction solver, using the spectral element method (among other techniques to solve the blood flow problem, see Pena [21] are of an extreme complexity. This project plans to continue a collaboration, already started in 2005, with Professor Christophe Prud'homme in developing the computational framework *Life*. *Life* is a versatile (open source) library allowing for 1D, 2D and 3D partial differential solves using h/p type Galerkin methods, continuous as well as discontinuous, in sequential and parallel settings. The reader can consult [14, 13, 16] for some references on the code and its potentialities.

This is a collaboration with U. Coimbra, the Laboratoire Jean Kuntzmann and the Laboratoire de Spectrométrie Physique in Université de Grenoble, Institut Camille Jordan in Université de Lyon and the Hospital *la Tronche*. We plan to work on blood rheology (the Phd thesis of V. Chabannes funded by Region Rhône-Alpes) and it can be a starting point to establish connections with real problems as well as collaborations with medical doctors.

8.2.6 Conferences

During this project we plan to attend the following conferences:

- *International Conference on Microfluidics and Complex Flows*, Tunisia, November 5-6, 2009, <http://www-lsp.ujf-grenoble.fr/equipe/dyfcom/ismail/ecm09>
- *IV European Conference on Computational Mechanics: Solids, structures, and coupled Problems in engineering*, Paris (France), May 16-21, 2010, <http://www.eccm2010.org>
- *Fifth European Conference on Computational Fluid Dynamics*, Lisbon (Portugal), June, 14-17, 2010, <http://www.eccomas-cfd2010.org>

Références

- [1] T. J. R. HUGHES, W. K. LIU et T. K. ZIMMERMANN. “Lagrangian-Eulerian finite element formulation for incompressible viscous flows”. Dans : *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering* 29.3 (1981), p. 329–349.
- [2] J. DONEA, S. GIULIANI et J. P. HALLEUX. “An arbitrary Lagrangian-Eulerian finite element method for transient dynamic fluid-structure interactions”. Dans : *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering* 33.1-3 (1982), p. 689–723.
- [3] S. BERTOLUZZA. “Analysis of a stabilized three fields domain decomposition method”. Dans : *Numer. Math.* 63.4 (2003).
- [4] S. BERTOLUZZA. “Substructuring Preconditioners for the Three Fields Domain Decomposition Method”. Dans : *Math. Comp.* 73 (2003).
- [5] Simone DEPARIS, Miguel FERNÁNDEZ et Luca FORMAGGIA. “Acceleration of a fixed point algorithm for fluid-structure interaction using transpiration conditions”. Dans : *Mathematical Modelling and Numerical Analysis* 37.4 (2003), p. 601–16. DOI : [10.1051/m2an:2003050](https://doi.org/10.1051/m2an:2003050).
- [6] Alfio QUARTERONI et Gianluigi ROZZA. “Optimal control and shape optimization of aortic-coronary bypass anastomoses”. Dans : *Mathematical Models and Methods in Applied Sciences* 13.12 (2003), p. 1801–1823. DOI : [10.1142/S0218202503003124](https://doi.org/10.1142/S0218202503003124).
- [7] M. HEIL. “An efficient solver to the fully coupled solution of large displacement fluid-structure interaction problems”. Dans : *Comput. Methods Appl. Mech. Engrg.* 193 (2004), p. 1–23.
- [8] George Em KARNIADAKIS et Spencer J. SHERWIN. *Spectral/hp element methods for computational fluid dynamics*. 2nd ed. Oxford : Oxford University Press, 2004. ISBN : 0-19-852869-8.
- [9] S. CANIC, A. MIKELIC et J. TAMBACA. “A two-dimensional effective model describing fluid-structure interaction in blood flow: analysis, simulation and experimental validation”. Dans : *Comptes Rendus Mécanique Acad. Sci. Paris* 12.333 (2005), p. 867–883.
- [10] S DEPARIS et al. *Heterogeneous domain decomposition methods for fluid-structure interaction problems*. Rap. tech. EPFL-IACS, 2005.
- [11] S. CANIC, Z. KRAJCER et S. LAPIN. “Design of Optimal Prostheses Using Mathematical Modeling”. Dans : *Endovascular Today* (2006). Cover Story, p. 48–50.
- [12] M. A. FERNÁNDEZ, J. F. GERBEAU et C. GRANDMONT. “A projection semi-implicit scheme for the coupling of an elastic structure with an incompressible fluid”. Dans : *International Journal for Numerical Methods in Engineering* 69.4 (2006), p. 794–821.
- [13] Christophe PRUD’HOMME. “A domain specific embedded language in C++ for automatic differentiation, projection, integration and variational formulations”. Dans : *Scientific Programming* 14.2 (2006). <http://iospress.metapress.com/link.asp?id=8xwd8r59hg1hmlcl>, p. 81–110.
- [14] Christophe PRUD’HOMME. “Life: Overview of a Unified C++ Implementation of the Finite and Spectral Element Methods in 1D, 2D and 3D”. Dans : *Workshop On State-Of-The-Art In Scientific And Parallel Computing*. Lecture Notes in Computer Science. Accepted. Springer-Verlag, 2006, p. 10.
- [15] S. BERTOLUZZA, F. BREZZI et G. SANGALLI. “The method of mothers for non-overlapping non-matching DDM”. Dans : *Numer. Math.* 107.3 (2007).
- [16] Christophe PRUD’HOMME. “Life: A modern and unified C++ implementation of finite-element and spectral-elements methods in 1D, 2D and 3D: overview and applications”. Dans : *ICIAM*. accepted. 2007.

- [17] Santiago BADIA, Annalisa QUAINI et Alfio QUARTERONI. “Splitting methods based on algebraic factorization for fluid-structure interaction”. Dans : *SIAM Journal on Scientific Computing* 30.4 (2008), p. 1778–1805. URL : <http://www.rmee.upc.es/homes/badia/articles/art015.pdf>.
- [18] S. BERTOLUZZA, S. FALLETTA et G. MANZINI. “Efficient design of residual-based stabilization techniques for the three fields domain decomposition method”. Dans : *M3AS* 18.7 (2008).
- [19] S. BERTOLUZZA, M. ISMAIL et B. MAURY. “Analysis of the fully discrete Fat Boundary Method”. Dans : *soumis à Numerische Mathematik* (2009).
- [20] Luca FORMAGGIA, Alfio QUARTERONI et Alessandro VENEZIANI, éd. *Cardiovascular Mathematics: Modeling and simulation of the circulatory system*. T. 1. MS & A. Springer, 2009.
- [21] G. PENA. “Spectral Element Approximation of the incompressible Navier-Stokes equations evolving in a moving domain and applications”. PhD Thesis (Submitted), École Polytechnique Fédérale de Lausanne. 2009.
- [22] Gonçalo PENA et Christophe PRUD’HOMME. “Construction of a High Order Fluid-Structure Interaction Solver”. Dans : *JCAM* (2009). <http://dx.doi.org/10.1016/j.cam.2009.08.093>. DOI : <http://dx.doi.org/10.1016/j.cam.2009.08.093>.

SECTION 9

Budget 2010

Le budget est présenté dans la table 9 page suivante.

Intitulé du laboratoire	Directeur du laboratoire	Etablissement gestionnaire	Dépense en fonctionnement 2010	Dépense en équipement 2010	Priorité Haute / Base)	Justification de la demande	Action
Laboratoires							
ICJ	F. Wagner	Lyon 1	6K€	6 K€	Haute	6 K€	Missions participants projet, participation au workshop régional avec le LJK
LIP	E. Caron	ENS-Lyon	6 K€	3 K€	Haute	3 K€	Missions participants projet
LIG	B. Plateau	UJF	6 K€	3 K€	Haute	3 K€	CHPID Days. Organisation de journées logiciels CHPID.
LJK	G.-H. Cottet	UJF	15K€	6 K€	Haute	6 K€	Missions participants projet, Workshops et séminaires
				6 K€	Haute	6 K€	Missions participants projet
				6 K€	Haute	6 K€	Conférences bimensuelles
				2 K€	Basse	2 K€	CHPID-CIRA
				1 K€	Basse	1 K€	Workshop quantification d'incertitude et calcul hautes performances
				33 K€			Groupe de travail calcul
Total							

TAB. 1 – Budget 2010 pour le projet CHPID

**Signature de l'Institut Camille Jordan
Directeur : F. Wagner**

NOM DU PROJET : Calcul Haute Performances et Informatique Distribuée

NOM DU LABORATOIRE : Institut Camille Jordan

NOM DU DIRECTEUR : Frank Wagner

COORDONNÉES DU LABORATOIRE :

Institut Camille Jordan
Université Claude Bernard Lyon 1
43 boulevard du 11 novembre 1918
69622 Villeurbanne cedex
France

NOM DU PARTICIPANT DU LABORATOIRE AU PROJET : Damien Tromeur-Dervout

Date

Signature du directeur du laboratoire

**Laboratoire d'Informatique de Grenoble
Directrice : Brigitte Plateau**

NOM DU PROJET : Calcul Haute Performances et Informatique Distribuée

NOM DU LABORATOIRE : Laboratoire d'Informatique de Grenoble

NOM DU DIRECTEUR : Brigitte Plateau

COORDONNÉES DU LABORATOIRE :

Laboratoire LIG, UMR 5217
Maison Jean Kuntzmann
110 av. de la Chimie
Domaine Universitaire de Saint-Martin-d'Hères
BP 53 - 38041 Grenoble cedex 9
Tél. : 04 76 51 43 61 - Fax : 04 76 51 49 85

NOM DU PARTICIPANT DU LABORATOIRE AU PROJET : Jean-François Méhaut

Date

Signature du directeur du laboratoire

Signature du LIP
Directeur : Frédéric Desprez

NOM DU PROJET : Calcul Haute Performances et Informatique Distribuée

NOM DU LABORATOIRE : LIP

NOM DU DIRECTEUR : Frédéric Desprez

COORDONNÉES DU LABORATOIRE :

LIP
ENS Lyon
46 Allée d'Italie
69364 Lyon Cedex 7.

NOM DU PARTICIPANT DU LABORATOIRE AU PROJET : Eddy Caron

Date

Signature du directeur du laboratoire

Signature du Laboratoire Jean Kuntzmann
Directeur : Georges-Henri Cottet

NOM DU PROJET : Calcul Haute Performances et Informatique Distribuée

NOM DU LABORATOIRE : Laboratoire Jean Kuntzmann

NOM DU DIRECTEUR : Georges-Henri Cottet

COORDONNÉES DU LABORATOIRE :

Laboratoire LJK, UMR 5224
51, rue des Mathématiques
Domaine Universitaire de Saint-Martin-d'Hères
BP 53 - 38041 Grenoble cedex 9
Tél. : 04 76 51 45 00 - Fax : 04 76 63 12 63

NOM DU PARTICIPANT DU LABORATOIRE AU PROJET : Christophe Prud'homme

Date

Signature du directeur du laboratoire

Indicateurs 2009

Références

- [1] Eric BLAYO. “Reduced order approaches for variational data assimilation in oceanography”. Dans : *Workshop on Industrial applications of low order model based on proper orthogonal decomposition*. invited conference. Bordeaux, France 2008.
- [2] Eric BLAYO. “Some tools for focusing variational data assimilation in ocean modelling”. Dans : *Workshop Statistical Modeling of Extremes in Data Assimilation and Filtering Approaches*. invited conference. Strasbourg, France 2008.
- [3] Sylvain CAILLEAU et al. “Comparison of different numerical methods used to handle the open boundary of a regional ocean circulation model of the Bay of Biscay”. Dans : *Ocean Model*. 25.1-2 (juil. 2008), p. 1–16.
- [4] M. COQUERELLE. “Calcul d’interaction fluide-structure par méthode de vortex et application en synthèse d’images”. Thèse de doct. Thèse de l’Institut National Polytechnique de Grenoble, 2008.
- [5] Emmanuel COSME et al. “A data assimilation method for reanalyses of the ocean circulation: the SEEK smoother”. Dans : *Ocean Sciences Meeting*. Orlando, Etats-Unis 2008.
- [6] Emmanuel COSME et al. “Implementation of a reduced-rank, square-root smoother for ocean data assimilation”. Dans : *GODAE Final Symposium*. Nice, France 2008.
- [7] Laurent DEBREU et Éric BLAYO. “Two-way embedding algorithms: a review”. Dans : *Ocean Dyn*. 58.5-6 (déc. 2008), p. 415–428.
- [8] David FURBISH et al. “On discretization error and its control in variational data assimilation”. Dans : *Tellus Ser A-Dyn. Meteorol. Oceanol*. 60.5 (oct. 2008), p. 979–991.
- [9] Igor Yu. GEJADZE, François-Xavier LE DIMET et Victor P. SHUTYAEV. “On analysis error covariances in variational data assimilation”. Dans : *SIAM J. Sci. Comput*. 30.4 (mai 2008), p. 1847–1874.
- [10] Monika KRYSTA et al. “A 4D-Var-SEEK smoother hybrid. Towards applications in oceanography”. Dans : *WWRP/THORPEX Workshop on 4D-Var and Ensemble Kalman filter inter-comparisons*. Poster. Buenos Aires, Argentine 2008.
- [11] Monika KRYSTA et al. “Adapting reduced-size control subspace in hybrid data assimilation”. Dans : *GODAE Final Symposium*. Nice, France 2008.
- [12] Monika KRYSTA et al. “Hybridisation of data assimilation methods for applications in oceanography”. Dans : *Ocean Sciences Meeting*. Orlando, Etats-Unis 2008.
- [13] Florian LEMARIÉ. “Algorithmes de Schwarz et couplage océan-atmosphère”. Thèse de doct. Université Joseph Fourier, 2008.
- [14] F. LEMARIÉ. “Algorithmes de Schwarz et couplage océan-atmosphère”. Thèse de doct. Thèse de l’Université Joseph Fourier, 2008.
- [15] Bénédicte LEMIEUX-DUDON, Frédéric PARRENIN et Éric BLAYO. “Conjunction of data and models to construct an optimal and common chronology for the Greenland and the Antarctic ice cores”. Dans : *Integration of Ice Core, Marine and Terrestrial Records Workshop, INTIMATE*. Oxford, Royaume-Uni 2008.
- [16] E. MAITRE. “Équations de transport, Level Set et mécanique eulérienne. Application au couplage fluide-structure”. Habilitation à diriger des recherches. Université Joseph Fourier, 2008.
- [17] Lucas NUSSBAUM. “Contributions à l’expérimentation sur des systèmes de grande taille”. Thèse de doct. Université Joseph Fourier, 2008.

- [18] Gonçalo PENA et Christophe PRUD'HOMME. "Construction of a High Order Fluid-Structure Interaction Solver". Dans : *4th International Conference on Advanced Computational Methods in ENgineering, ACOMEN'08, May, 2008*. Éd. par Michel HOGGE et al. Liège, Belgique 2008, p. 1–10.
- [19] Pierrick PENVEN et al. "Software tools for pre- and post-processing of oceanic regional simulations". Dans : *Environ. Modell. Softw.* 23.5 (mai 2008), p. 660–662.
- [20] Christophe PRUD'HOMME. "Life: A Mathematical Kernel For Partial Differential Equations". Dans : Talk given at Lausanne, Suisse. EPFL. 2008.
- [21] Christophe PRUD'HOMME. "Life(V): A modern and unified C++ implementation of finite-element and spectral-elements methods in 1D, 2D and 3D: overview and applications". Dans : Talk given at Rueil-Malmaison, France. IFP. 2008.
- [22] Victor P. SHUTYAEV, François-Xavier LE DIMET et Igor Yu. GEJADZE. "On optimal solution error covariances in variational data assimilation". Dans : *Russ. J. Numer. Anal. Math. Model.* 23.2 (avr. 2008), p. 197–205.
- [23] Ehouarn SIMON, Éric BLAYO et Laurent DEBREU. "4D-Variational data assimilation for locally nested numerical models". Dans : *GODAE Final Symposium*. Nice, France 2008.
- [24] Anne BENOIT et al. "Computing the throughput of replicated workflows on heterogeneous platforms". Dans : *ICPP'2009, the 38th International Conference on Parallel Processing*. To appear. IEEE Computer Society Press, 2009.
- [25] Anne BENOIT et al. "Multi-criteria scheduling of pipeline workflows (and application to the JPEG encoder)". Dans : *Int. Journal of High Performance Computing Applications* 23.2 (2009), p. 171–187.
- [26] Anne BENOIT et al. "Resource allocation for multiple concurrent in-network stream-processing applications". Dans : *HeteroPar'2009: Seventh Int. Workshop on Algorithms, Models and Tools for Parallel Computing on Heterogeneous Platforms, jointly held with Euro-Par 2009*. LNCS. To appear. Received the Best Paper Award. Springer Verlag, 2009.
- [27] Anne BENOIT et al. "Resource allocation strategies for in-network stream processing". Dans : *11th Workshop on Advances in Parallel and Distributed Computational Models APDCM 2009*. IEEE Computer Society Press, 2009.
- [28] Frédéric BERNARDIN et al. "Stochastic Downscaling Method: Application to Wind Refinement". Dans : *Stoch. Environ. Res. Risk Assess.* 23.6 (août 2009), p. 851–859.
- [29] Eric BLAYO. "Data assimilation for oceanic and atmospheric applications". Dans : *14th Belgian-French-German Conference on Optimization*. invited conference. Leuven, Belgique 2009.
- [30] Claire BOST, Georges-Henri COTTET et Emmanuel MAITRE. *Numerical analysis of a penalization method for the three-dimensional motion of a rigid body in an incompressible viscous fluid*. Rapport de recherche hal-00352808. submitted. France : HAL, 2009.
- [31] Yves CANIOU et Jean-Sébastien GAY. "Simbatch: an API for simulating and predicting the performance of parallel resources managed by batch systems". Dans : *Workshop on Secure, Trusted, Manageable and Controllable Grid Services (SGS), held in conjunction with EuroPar'08*. T. 5415. LNCS. 2009, p. 223–234.
- [32] Yves CANIOU et al. "Meta-Scheduling and Task Reallocation in a Grid Environment". Dans : *The Third IEEE International Conference on Advanced Engineering Computing and Applications in Sciences (ADVCOMP 2009)*. Sliema, Malta 2009, 6p.
- [33] Franck CAPPELLO et al. "Handbook of Research on Scalable Computing Technologies". Dans : to appear. IGI Global, 2009. Chap. Desktop Grids: From Volunteer Distributed Computing to High Throughput Computing Production Platforms.
- [34] Fabienne CARRIER et al. "Space-Optimal Deterministic Rendezvous". Dans : *Second International Workshop on Reliability, Availability, and Security (WRAS 2009)*. To appear. Hiroshima, Japan : IEEE Computer Society, 2009.

- [35] William CASTAINGS et al. "Sensitivity analysis and parameter estimation for distributed hydrological modeling: potential of variational methods". Dans : *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 13.4 (avr. 2009), p. 503–517.
- [36] Georges-Henri COTTET. "Méthodes level-set et applications en traitement d'images et interaction fluide-structure". invited conference. Juil. 2009.
- [37] Georges-Henri COTTET, Guillaume BALARAC et Mathieu COQUERELLE. "Subgrid particle resolution for the turbulent transport of a passive scalar". Dans : *12th EUROMECH European Turbulence Conference, September, 2009*. Éd. par Bruno ECKHARDT. Marburg, Allemagne 2009.
- [38] Georges DA-COSTA et al. "The GREEN-NET Framework: Energy Efficiency in Large Scale Distributed Systems". Dans : *HPPAC 2009 : High Performance Power Aware Computing Workshop in conjunction with IPDPS 2009*. Rome, Italy 2009.
- [39] Stéphane DEVISMES, Franck PETIT et Sébastien TIXEUIL. "Exploration Optimale Probabiliste d'un Anneau par des Robots Asynchrones et Amnésiques". Dans : *11^e rencontres francophones sur les aspects algorithmiques des télécommunications (Algotel 2009)*. To appear. Carry-Le-Rouet, France 2009.
- [40] Stéphane DEVISMES, Franck PETIT et Sébastien TIXEUIL. "Optimal Probabilistic Ring Exploration by Asynchronous Oblivious Robots". Dans : *16th International Colloquium on Structural Information and Communication Complexity (SIROCCO 2009)*. T. 5804. Lecture Notes in Computer Science, Springer. Piran, Slovenia 2009, p. 230–241.
- [41] Stéphane DEVISMES et al. "Quand le consensus est plus simple que la diffusion fiable". Dans : *11^e rencontres francophones sur les aspects algorithmiques des télécommunications (Algotel 2009)*. To appear. Carry-Le-Rouet, France 2009.
- [42] F. DUPROS, C. POUSA et A. Carissimi J-F. MÉHAUT. "Parallel Seismic Wave Propagation on NUMA Architectures". Dans : *International Conference on Parallel Computing (ParCo2009)*. ENS Lyon 2009.
- [43] L. GENOVESE et al. "Density Functional Theory calculation on many-cores hybrid CPU-GPU architectures," dans : *Journal of Chemical Physics* (2009).
- [44] Marc HONNORAT, Jérôme MONNIER et François-Xavier LE DIMET. "Lagrangian data assimilation for river hydraulics simulations". Dans : *Comput. Visual. Sci.* 12.5 (juin 2009), p. 235–246.
- [45] Marc HONNORAT et al. "Identification of equivalent topography in an open channel flow using Lagrangian data assimilation". Dans : *Comput. Visual. Sci.* (2009). to appear.
- [46] Emmanuel KAMGNIA et al. "Images as Observations in Data Assimilation". Dans : *Numerical methods and North-South Cooperation, Num Coop09*. Yaoundé, Cameroun 2009.
- [47] Eugene KAZANTSEV. "Identification of an Optimal Derivatives Approximation by Variational Data Assimilation". Dans : *J. Comput. Phys.* (2009). to appear.
- [48] Eugene KAZANTSEV. "Identification of Optimal Topography by Variational Data Assimilation". Dans : *Ocean Model.* (2009). to appear.
- [49] Eugene KAZANTSEV. "Optimal Boundary Discretization by Variational Data Assimilation". Dans : *Int. J. Numer. Methods Fluids* (2009). to appear.
- [50] Petros KOUMOUTSAKOS, Georges-Henri COTTET et Philippe CHATELAIN. "Flow Simulations Using Particles". invited conference. Mai 2009.
- [51] François-Xavier LE DIMET, Victor P. SHUTYAEV et Igor Yu. GEJADZE. "Prediction and error propagation for geophysical fluids". Dans : *Numerical methods and North-South Cooperation, Num Coop09*. invited conference. Yaoundé, Cameroun 2009.
- [52] François-Xavier LE DIMET et al. "Models, Data and Images for Predicting the Evolution of Geophysical Fluids". Dans : *Acta Math. Viet.* 34.1 (2009), p. 37–47.
- [53] Emmanuel MAITRE et al. "Applications of level set methods in computational biophysics". Dans : *Math. Comput. Model.* 49.11-12 (juin 2009), p. 2161–2169.

- [54] T. MILCENT. “Une approche eulérienne du couplage fluide-structure, analyse mathématique et applications en biomécanique”. Thèse de doct. Thèse de l’Université Joseph Fourier, 2009.
- [55] Pierre NGNEPIEBA et al. “On the Newton’s Algorithm for Data Assimilation problem: Application to an infiltration model”. Dans : *4OR* 52.1 (2009), p. 67–85.
- [56] Maëlle NODÉ. “Experimental Study of the HUM Control for Linear Waves”. Anglais. Dans : *Journée contrôle des équations aux dérivées partielles*. Orléans France 2009. URL : <http://hal.inria.fr/inria-00418745/en/>.
- [57] Élise NOURTIER-MAZAURIC et Éric BLAYO. “Towards absorbing boundary conditions for the 1-D biharmonic diffusion equation”. Dans : *Appl. Numer. Math.* (2009). to appear.
- [58] Gonçalo PENA et Christophe PRUD’HOMME. “Construction of a High Order Fluid-Structure Interaction Solver”. Dans : *J. Comput. Appl. Math.* (2009). to appear, p. 1–10.
- [59] C. POUSA et al. “Memory Affinity for Hierarchical Shared Memory Multiprocessors”. Dans : *IEEE International Symposium on Computer Architectures and High Performance Computing (SBAC PAD)*, Sao Paulo Octobre 2009.
- [60] Christophe PRUD’HOMME. “A Reduced basis multiscale method”. Dans : *International Conference on Spectral and High Order Methods, ICOSAHOM’09*. invited conference. Trondheim, Norvège 2009.
- [61] Christophe PRUD’HOMME. *ARPACK++: an object-oriented version of the ARPACK package*. Software LJK. Mai 2009.
- [62] Christophe PRUD’HOMME. “High order fluid-structure interaction”. Dans : *International Conference of Microfluidics and Complex flow, ECM’09*. invited conference. Tunisie 2009.
- [63] Christophe PRUD’HOMME. *Life*. Software Université Joseph Fourier et École Polytechnique Fédérale de Lausanne. Current version: 0.9.10. Jan. 2009.
- [64] Christophe PRUD’HOMME. “Reduced basis multiscale method”. Dans : Talk given at University of Coimbra, Portugal invited conference. Center of Mathematics. 2009.
- [65] Christophe PRUD’HOMME et Jean-Guy CAPUTO, éd. *ECMI Newsletter*. T. 46. to appear. 0 pages. ECMI, 2009.
- [66] Christophe PRUD’HOMME et Gonçalo PENA. “A computational platform for Galerkin methods, applications to (high-order) fluid-structure interaction”. Dans : *4th FEniCS workshop, FEniCS 09*. invited conference. Oslo, Norvège 2009.
- [67] Christophe PRUD’HOMME et Gonçalo PENA. “Construction of a High Order Fluid Structure Solver”. Dans : Talk given at University of Coimbra, Portugal. Center of Mathematics. 2009.
- [68] Christophe PRUD’HOMME et al. “Basic concepts to design a DSL for Parallel Finite Volume Applications”. Dans : *Parallel/High-performance object-oriented scientific computing, POOSC’09, July, 2009*. Éd. par Key DAVIS. ACM Digital Library. submitted. Genova, Italie 2009.
- [69] C. Pousa RIBEIRO et al. “High Performance Applications on Hierarchical Shared Memory Multiprocessors”. Dans : *COLIBRI workshop INRIA UFRGS, Bento Goncalves*. 2009.
- [70] C. Prada ROJAS et al. “Towards a Component-based Observation of MPSoC”. Dans : *4th IEEE International Symposium on Embedded Multicore Systems-on-Chips (MCSoc-09)*. Vienne, Autriche 2009.
- [71] Victor P. SHUTYAEV, François-Xavier LE DIMET et Igor Yu. GEJADZE. “A posteriori error covariances in variational data assimilation”. Dans : *Russ. J. Numer. Anal. Math. Model.* 24.2 (avr. 2009), p. 161–169.
- [72] Ehouarn SIMON, Laurent DEBREU et Eric BLAYO. “4D variational data assimilation for locally nested models: complementary theoretical aspects and application to a 2D shallow water model”. Dans : *Int. J. Num. Meth. Fluids* (2009). to appear.
- [73] Ehouarn SIMON, Laurent DEBREU et Éric BLAYO. “4D-Variational data assimilation for locally nested numerical models”. Dans : *European Geophysical Union General Assembly 2009*. Vienne, Autriche 2009.

- [74] Olivier TITAUD et al. “Assimilation of Image Sequences in Numerical Models”. Dans : *Tellus Ser A-Dyn. Meteorol. Oceanol.* (2009). to appear.
- [75] Arthur VIDARD et al. “Toward Assimilation of Sequences of Images in Numerical Models”. Dans : *SIAM Conference on Computational Science and Engineering, CSE09*. SIAM. Miami, Etats-Unis 2009.
- [76] Brice VIDEAU. “Expérimentation sur les nouvelles architectures : des processeurs multi-coeurs aux grilles de calcul”. Thèse de doct. Université Joseph Fourier, 2009.