

# Pierre Ramet

## Curriculum Vitæ

Membre du projet HiePACS Inria Bordeaux Sud-Ouest et du LaBRI

Né le 13 octobre 1971 à Montreuil (93), marié.

Adresse personnelle : 1c rue du clos du Haut Carré, 33400 Talence.

Adresse professionnelle : Université Bordeaux, 351 cours de la Libération, 33405 Talence Cedex.

### Formation

- 2016/2017      ◇    Habilitation à Diriger des Recherches, soutenue le 27 novembre 2017.  
Sujet : *heterogeneous architectures, Hybrid methods, Hierarchical matrices for Sparse Linear Solvers*
- 1997/2000     ◇    Thèse de doctorat d'Informatique de l'Université Bordeaux sous la direction de F. Desprez et J. Roman, soutenue le 12 janvier 2000.  
Sujet : *Optimisation de la communication et de la distribution des données pour des solveurs parallèles directs en algèbre linéaire dense et creuse.*
- 1996/1997     ◇    Service National effectué en tant que Scientifique du Contingent au CEA/CESTA.  
Sujet : *Parallélisation et optimisation d'un code d'électromagnétisme.*
- 1994/1995     ◇    DEA d'Informatique de l'Université Bordeaux.  
Sujet : *Calcul de la taille optimale de paquets pour les algorithmes macro-pipelines.*
- 1992/1995     ◇    Elève ingénieur à l'ENSEIRB, filière Informatique, option Parallélisme.

### Activités d'enseignement et de recherche

- 2015/-         ◇    Conseiller scientifique au CEA CESTA pour le domaine du HPC.
- 2000/-         ◇    Maître de conférences au Département Informatique de l'IUT de l'Université Bordeaux. Mes activités de recherche sont actuellement rattachées au projet HiePACS Inria Bordeaux Sud-Ouest et du LaBRI (UMR 5800).
- 2011/2012     ◇    Délégation Inria dans le projet BACCHUS.
- 2003/2005     ◇    Délégation Inria dans le projet ScAlApplix.

### Activités administratives

- 2011/-         ◇    Responsable adjoint pour l'équipe SATANAS du LaBRI.
- 2011/2012     ◇    Responsable permanent pour le projet BACCHUS Inria.
- 2010/2017     ◇    Membre du bureau du MCIA (Mésocentre de Calcul Intensif Aquitain).
- 2009/2017     ◇    Membre de la Commission Consultative section 27 de l'Université Bordeaux.
- 2008/2016     ◇    Expert au GENCI pour le comité thématique 6 (Maths-Info).

- 2007/2014      ◇    Directeur des études des licences professionnelles SIL (Systèmes Informatiques et Logiciels) de l'Université Bordeaux.
- 2005/2008      ◇    Membre de la Commission de Spécialistes section 27 de l'Université Bordeaux et président du collège B en 2008.

### Collaborations nationales

- 2013/2017      ◇    Membre du projet SOLHAR, ANR MN13.
- 2011/2015      ◇    Responsable scientifique Inria du projet ANEMOS, ANR MN11.
- 2008/2012      ◇    Membre des projets PETAL et PETALH, ANR COSINUS08 et COSINUS11.
- 2006/2010      ◇    Responsable scientifique Inria du projet ASTER, ANR CIS06.
- 2005/2009      ◇    Membre des projets NUMASIS et SOLTICE, ANR CIS05 et CIS06.

### Collaborations internationales

- 2013/2018      ◇    Université de Stanford dans le cadre de l'équipe associée FAST-LA.
- 2011/2017      ◇    Université du Tennessee dans le cadre de l'équipe associée MORSE.
- 2008/2009      ◇    Université du Minnesota dans le cadre de l'équipe associée PHYLEAS.
- 2007/2008      ◇    Japan Atomic Energy Agency.

### Encadrement doctoral en cours (6 thèses soutenues durant les 9 dernières années)

- 2019/-          ◇    Encadrement de la thèse d'Eragul Korkmaz, ANR SASHIMI.

### Logiciels

PASTIX est un solveur haute performance pour la résolution de grands systèmes linéaires basé sur une approche directe supernodale. Ce solveur est reconnu par la communauté pour être un des plus performants sur les architectures récentes constituées de nœuds multicœurs. (> 120000 lignes de code, > 60000 téléchargements)

**Publications** (voir <http://www.labri.fr/perso/ramet/bib/Author/RAMET-P.html>)

### 5 publications marquantes :

1. G. Pichon, E. Darve, M. Faverge, P. Ramet, and J. Roman. *Sparse Supernodal Solver Using Block Low-Rank Compression : design, performance and analysis*. International Journal of Computational Science and Engineering, 27 :255-270, 2018.
2. G. Pichon, M. Faverge, P. Ramet, and J. Roman. *Reordering strategy for blocking optimization in sparse linear solvers*. SIAM Journal on Matrix Analysis and Application, 38(1) :226-248, 2017.
3. M. Barrault, B. Lathuilière, P. Ramet et J. Roman. *Efficient Parallel Resolution of The Simplified Transport Equations in Mixed-Dual Formulation*. Journal of Computational Physics, 230(5) :2004-2020, 2011.
4. P. Hénon, P. Ramet et J. Roman. *On finding approximate supernodes for an efficient ILU(k) factorization*. Parallel Computing, 34 :345-362, 2008.
5. P. Hénon, P. Ramet, et J. Roman. *PaStiX : A High-Performance Parallel Direct Solver for Sparse Symmetric Definite Systems*. Parallel Computing, 28(2) :301-321, 2002.

## Activités d'enseignement

---

J'effectue mon service statutaire au département informatique de l'IUT de l'université Bordeaux. Je dispense, en particulier, des cours en programmation, bases de données, systèmes et réseaux. Depuis sa création, je suis impliqué dans le cadre de la licence professionnelle (Systèmes Informatiques et Logiciels) en assurant les cours de bases de données avancées, de programmation orientée objet, de programmation distribuée et d'introduction à la cryptographie.

Je dispense également un cours sur l'ordonnancement et l'algèbre linéaire parallèle en 3<sup>ème</sup> année à l'ENSEIRB dans la filière informatique (option calcul parallèle), ainsi qu'un module d'algorithmique numérique en 1<sup>ère</sup> année du cycle ingénieur. Chaque année ma charge d'enseignement correspond à 192 HETD auxquelles s'ajoutent environ 100 HETD supplémentaires. J'ai également une expérience d'enseignement à l'étranger ayant dispensé des cours au Gabon (niveau licence) en 2006 et des cours au Vietnam (niveau master, en anglais) entre 2008 et 2016.

J'étais également responsable pendant 6 ans de l'organisation des projets tuteurés de deuxième année de DUT et de licence professionnelle. Dans le cadre de nos licences professionnelles, les étudiants sont regroupés en équipe (2 à 5 étudiants par équipe) et doivent, en 4 semaines à temps plein, développer une application répondant aux besoins d'un client (le rôle du client étant assuré par un professionnel ou un enseignant). Ils doivent produire un poster, réaliser une démonstration auprès des clients et présenter leur travail devant un jury d'enseignants, lors d'une soutenance en anglais.

Entre 2007 et 2014, j'ai assuré la **direction des licences professionnelles** (Systèmes Informatiques et Logiciels) pour les spécialités ACPI (Assistant Chef de Projet Informatique) et DAWIN (Développeur en Applications Web et Images Numériques). Les tâches administratives correspondent :

- à la mise en place du plan d'enseignement et des emplois du temps,
- à la répartition des charges d'enseignement,
- au recrutement des étudiants et à la promotion de nos offres de formation,
- à la gestion des intervenants professionnels extérieurs au département,
- au suivi des étudiants, à la gestion des évaluations et à l'organisation des jurys,
- à la recherche et à l'affectation des stages,
- au pilotage du conseil de perfectionnement annuel.

En collaboration avec E. Fleury, nous avons construit et présenté une **nouvelle offre de formation** (SSRL pour Spécialiste en Sécurité des Réseaux et Logiciels) au niveau licence professionnelle autour de la sécurité dans les réseaux et logiciels en nous appuyant sur une partie des contenus et de l'expérience du master CSI (Cryptologie et Sécurité Informatique). Cette proposition a été présentée, à la rentrée universitaire 2011, au CEVU de l'Université Bordeaux 1 qui a donné un avis favorable, avec un soutien fort des entreprises du secteur en Aquitaine. L'ouverture de cette formation a cependant été refusée par le ministère, en 2012 puis en 2013, et n'a pas été ré-étudiée depuis.

## Activités de recherche

---

Mots-clés : **simulation numérique, parallélisme, calcul haute performance, recouvrement calcul/communication, irrégularité, hétérogénéité, ordonnancement, distribution de données, algèbre linéaire creuse.**

Ma problématique de recherche concerne les problèmes du calcul haute performance. Le thème général de mon travail concerne le calcul parallèle scientifique pour les problèmes réguliers et irréguliers et je m'intéresse en particulier aux problèmes de communication, de distribution et de prise en compte de l'hétérogénéité des plates-formes de calcul dont l'architecture est en permanente évolution.

► Dans mes travaux de thèse, j'ai présenté des contributions concernant la problématique du recouvrement calcul/communication.

J'ai proposé un modèle ainsi qu'un schéma de résolution permettant de déterminer analytiquement ou numériquement la taille optimale de paquets qui maximise le recouvrement dans les algorithmes macro-pipelines réguliers.

Ce travail s'inscrit dans une démarche plus générale du recouvrement sur des architectures totalement hétérogènes et pour des applications irrégulières. J'ai débuté une étude de modélisation et la recherche des tailles de paquets qui minimisent le temps d'exécution pour un pipeline sur une plateforme hétérogène. Enfin, dans le cas d'une architecture hétérogène ou hiérarchique (typiquement un cluster de nœuds multicœurs), j'ai été amené à considérer le problème du recollement de pipelines présentant des grains de calcul différents.

► Ma principale contribution consiste à concevoir, développer et faire évoluer le solveur de la bibliothèque PASTIX qui fut le premier solveur direct à résoudre des systèmes avec plusieurs dizaines de millions d'inconnues, issus d'applications industrielles en trois dimensions [11].

Avec l'émergence des architectures à base de nœuds multicœurs (allant jusqu'à une centaine de cœurs par nœud), nous travaillons actuellement sur une version dédiée de PASTIX pour de telles plateformes de calcul. Ainsi nous nous sommes orientés vers une version de programmation hybride Thread/MPI du solveur qui a pour principe de partager les données d'un même nœud multicœurs via l'utilisation de threads POSIX.

Le solveur PASTIX est utilisé en production dans des codes du CEA/CESTA [13] et fait l'objet de collaborations avec EURATOM/CEA/CADARACHE autour de la fusion contrôlée et du réacteur ITER [8]. Il est également utilisé dans des applications du CERFACS pour la simulation de l'évolution du climat avec Météo-France.

► Mes travaux de recherche concernent également l'étude de préconditionneurs basés sur une factorisation parallèle incomplète par blocs.

Le but de ces travaux est d'utiliser au mieux la technologie algorithmique parallèle par bloc qui est utilisée pour les solveurs directs haute performance pour développer des préconditionneurs parallèles de type Cholesky incomplet de manière adaptative et paramétrée, et qui soient robuste numériquement, suffisamment économes en mémoire et très performants en temps CPU (puissance tirée par processeur importante et bonne scalabilité).

Ces préconditionneurs sont alors intégrés dans des implémentations par blocs de méthodes de Krylov du type gradient conjugué ou GMRES. On recherche donc un compromis entre une diminution importante de la taille mémoire pour stocker les facteurs de la méthode directe, et une conservation d'une certaine dose de remplissage pour exploiter suffisamment les effets superscalaires dans les calculs

BLAS3 du préconditionneur et atteindre globalement de bonnes performances en temps. Nous conservons les techniques de renumérotation et de distribution/ordonnancement du solveur direct pour avoir une implémentation parallèle efficace du calcul du préconditionneur et des itérés. Un point crucial est donc le choix de la partition initiale pour la factorisation symbolique incomplète. Nous avons proposé une méthode pour trouver des supernœuds approximatés pour la factorisation  $ILLU(k)$ . Les détails de cette démarche et l'analyse des résultats de convergence pour des systèmes de grandes tailles ont été publiés dans la revue *Parallel Computing* [10].

► J'ai également proposé des optimisations algorithmiques pour les principaux solveurs linéaires creux hybrides directs itératifs (tels que HIPS, MaPHYs, PDSLIN ou ShyLU) qui sont basés sur une décomposition de domaine et une approche par « complément de Schur ». Bien que ces solveurs soient moins coûteux en temps et en mémoire que leurs homologues directs, ils ne sont néanmoins pas exempts de surcoûts. Nous nous sommes intéressés à la question de l'équilibrage de la charge que pose la décomposition de domaine pour le calcul parallèle.

Ce problème revient à partitionner le graphe d'adjacence de la matrice en autant de parties que de domaines désirés. Nous avons mis en évidence le fait que pour avoir un équilibrage correct des temps de calcul lors des phases les plus coûteuses d'un solveur hybride, il faut à la fois équilibrer les domaines en termes de nombre de nœuds et de taille d'interface locale. Cependant, les partitionneurs de graphes tels que SCOTCH et MeTiS ne s'intéressent toutefois qu'au premier critère (la taille des domaines) dans le contexte de la renumérotation des matrices creuses. Nous avons proposé plusieurs variantes des algorithmes existants afin de prendre également en compte l'équilibrage des interfaces locales et ces modifications ont été implémentées dans le partitionneur SCOTCH [16].

► Pour des architectures hétérogènes multiCPUs et multiGPUs, j'ai étudié les bénéfices et les limites que peut apporter le remplacement de l'ordonnanceur natif, très spécialisé, du solveur PASTIX par deux systèmes d'exécution génériques : PaRSEC et StarPU. Pour cela, l'algorithme doit être décrit sous la forme d'un graphe de tâches qui est fourni aux systèmes d'exécution qui peuvent alors calculer une exécution optimisée de celui-ci pour maximiser l'efficacité de l'algorithme sur la machine de calcul visée. Une étude comparative des performances a été menée sur différentes architectures et l'analyse met en évidence les performances comparables des versions utilisant les systèmes d'exécution par rapport à l'ordonnanceur natif optimisé pour PASTIX. De plus ces implémentations permettent d'obtenir une accélération notable sur les machines hétérogènes en utilisant les accélérateurs tout en masquant la complexité de leur utilisation au développeur [17].

► Enfin, ces dernières années, je me suis intéressé aux techniques de compression pour matrices denses globalement regroupées sous le vocable de H-matrices. Ces techniques reposent sur une représentation "data sparse" des opérateurs linéaires et exploitent l'information géométrique du maillage sous-jacent pour définir le "clustering", i.e., la structure hiérarchique de la matrice dense. J'ai proposé de prolonger ces idées dans le cadre purement algébrique des méthodes de factorisation de matrices creuses en substituant le calcul matriciel dense "classique" par du calcul H-matriciel afin de réduire l'empreinte mémoire des solveurs directs creux qui constitue le principal frein au passage à l'échelle de ces approches pour des simulations 3D. L'utilisation des familles de matrices hiérarchiques repose sur une approximation de rang faible des blocs denses dont la structure est définie récursivement.

Un solveur utilisant le format de compression *Block Low-Rank* (BLR) a été développé dans le cadre de la thèse de Grégoire Pichon. En pratique, les supernœuds les plus volumineux sont compressés en format *low-rank* avec une décomposition en valeurs singulières (SVD) ou un algorithme de type Rank-

Revealing QR (RRQR). Deux versions du solveur *low-rank* ont été développées. La stratégie *Minimal Memory* permet de réduire l’empreinte mémoire avec un surcoût en temps limité. L’intérêt principal est que des problèmes qui étaient trop volumineux pour être résolus auparavant peuvent maintenant passer en mémoire. La seconde stratégie *Just-In-Time* permet de réduire le temps de résolution, sans avoir d’impact important sur la consommation mémoire [3].

Une des problématiques de la compression *low-rank* est le *clustering* des inconnues. En effet, les séparateurs issus de la *dissection emboîtée* doivent être redécoupés en un ensemble de blocs pour exhiber la nouvelle partition *low-rank*. Une approche classique consiste à effectuer un *kway* partitionnement sur les séparateurs, pour former des clusters compacts avec peu de voisins. Cependant, une telle approche ne prend pas en compte les contributions qui vont arriver sur ce séparateur. Nous étudions actuellement de nouvelles heuristiques pour isoler de bons clusters dans le séparateur ainsi qu’un ensemble d’éléments pas (ou peu) compressibles. L’étude actuelle montre des gains en temps et en mémoire [1].

L’étude de l’ordering des inconnues, actuellement réalisée avec la *dissection emboîtée* au travers du partitionneur SCOTCH, pourrait permettre d’exhiber des blocs plus compressibles. Les techniques de partitionnement actuelles ont pour objectif de réduire le remplissage tout en garantissant un bon niveau de parallélisme. En les couplant avec des critères sur la compression (*i.e.*, des distances dans le graphe), il est imaginable de fournir une meilleure numérotation des inconnues dans un contexte de compression *low-rank* [4].

**Enfin, l’ensemble de ces travaux vise à répondre au défi majeur de concevoir et réaliser des solveurs robustes numériquement sur des supports d’exécution capables de passer à l’échelle et de repousser les limites des codes industriels existants en utilisant pleinement l’ensemble des ressources calculatoires telles que les CPUs, les GPUs et autres accélérateurs.**

## Charges liées à la recherche

---

Je suis régulièrement rapporteur d’articles soumis aux revues : TOMS, JCP, PDCP et aux conférences : IPDPS, EuroPar, PMAA, RenPar.

J’étais co-organisateur de la conférence internationale "Preconditioning Techniques For Scientific And Industrial Applications" qui a lieu tous les deux ans et qui s’est déroulée à Bordeaux en mai 2011.

J’étais membre de l’organisation de la 9<sup>ième</sup> édition de la conférence "Parallel Matrix Algorithms and Applications" qui a lieu tous les deux ans et qui s’est déroulée à Bordeaux en juillet 2016.

## Collaborations nationales

---

- **ANR CIS05 NUMASIS** : Dans le cadre de l'appel 2005 de l'ANR "Calcul intensif", j'ai co-encadré la thèse de Mathieu Faverge financée sur le projet NUMASIS. Nous nous sommes intéressés aux problèmes d'algorithmique parallèle et aux modèles de programmation sur architectures NUMA. Cela concernait aussi bien les algorithmes spécifiques au domaine applicatif de la sismique que les noyaux et bibliothèques de calcul classiques qui interviennent dans la conception des codes scientifiques de simulation.
- **ANR CIS06 ASTER** : Pour l'appel 2006 de l'ANR "Calcul intensif", avec Guido Huysmans, nous avons monté le projet ASTER dont j'étais le responsable scientifique pour le partenaire Inria/LaBRI. Ce projet visait à développer et implémenter des méthodes pour améliorer les codes en Magnéto-Hydro-Dynamique afin de permettre la simulation des instabilités dans les plasmas. La compréhension de ces instabilités est très limitée et les pertes d'énergie induites sont un réel problème pour le réacteur ITER. Nous avons en particulier travaillé sur la prise en compte de techniques de type raffinement de maillages adaptatifs et sur l'adaptation de nos solveurs. Les premiers résultats ont été présentés dans la revue *Plasma Physics and Controlled Fusion* [8].
- **ANR CIS06 SOLSTICE** : Mes travaux de recherche s'inscrivaient également dans le projet SOLSTICE de l'appel à projets 2006 de l'ANR "Calcul intensif". L'objectif de ce projet était la conception et la mise en œuvre haute performance de solveurs linéaires parallèles efficaces pour résoudre des problèmes scientifiques complexes multi-physiques et multi-échelles de très grande taille, et leur intégration effective dans des codes applicatifs académiques et industriels dans le but de faire des simulations "grands challenges".
- **ANR COSINUS08 PETAL** : Mes travaux sur les factorisations incomplètes de type ILU s'inscrivaient aussi dans le projet PETAL de l'appel à projets 2008 de l'ANR "Cosinus". Il s'agissait en particulier de comparer nos approches avec celles développées par d'autres membres du projet. Ce projet a été renouvelé en 2010 (PETALH). En particulier, une méthode a été développée pour réduire les surcoûts mémoires générés lors de la construction du complément de Schur dans un solveur direct.
- **ANR MN11 ANEMOS** : Il s'agissait de la suite du projet ASTER dans laquelle nous avons fait des progrès significatifs dans la compréhension de la physique inhérente aux stratégies de contrôle actif des instabilités MHD du bord du plasma dans les Tokamaks (et ITER en particulier). Nous avons pu proposer l'adaptation un solveur direct creux aux architectures multicœurs/multigpus et les résultats ont été présentés au workshop HCW de la conférence IPDPS [17].
- **ANR MN13 SOLHAR** : Ce projet avait pour but d'étudier et de mettre au point des algorithmes et des modèles de programmation parallèles pour implanter des méthodes directes de résolution de systèmes linéaires creux sur les plates-formes émergentes équipées d'accélérateurs. Le but à long terme de ce projet est de développer une solution logicielle fournissant un sol-

veur basé sur les méthodes directes pour résoudre des systèmes creux d'équations linéaires. A ce jour, les approches proposées pour atteindre cet objectif sont essentiellement basées sur un simple modèle de délégation de certaines tâches de calcul aux accélérateurs et requièrent une optimisation manuelle du code. Au contraire, l'approche proposée s'articule autour de trois axes de recherche : algèbre linéaire, moteurs d'exécution, ordonnancement. Une suite à ce projet est en cours de soumission à l'ANR (**SOLHARIS**).

- **ANR JCJC18 SASHIMI** : Ce projet continuera les travaux préliminaires sur les formats à un niveau (BLR) en passant à des formats hiérarchiques, qui offrent de meilleurs taux de compression et une plus grande réduction des coûts asymptotiques. Les travaux seront réalisés dans la bibliothèque PASTIX qui est implémentée au-dessus de supports d'exécution. Cela permettra une meilleure adaptation à l'irrégularité des noyaux de calcul hiérarchiques. Le solveur sera étudié sur des architectures à mémoire partagée et distribuée et de nouvelles solutions dédiées à la distribution des données et à l'ordonnancement des calculs seront étudiées. Le résultat final sera comparé aux principaux concurrents en termes de précision, temps de calcul et consommation mémoire.

## Collaborations internationales

---

- **Collaboration NSF/Inria** : Nos travaux ont permis d'établir des échanges internationaux dans le cadre d'un contrat NSF/Inria et lors de deux séjours à l'université de Minneapolis, sur invitation de Y. Saad. J'ai participé à l'équipe associée Phyleas, portée par J. Roman, impliquant Inria et l'université du Minnesota.
- **Collaboration avec le JAEA** : En 2007, j'ai participé au lancement d'un projet de collaboration avec le JAEA (Japan Atomic Energy Agency, qui participe au projet ITER), initié par M. Daydé, professeur à l'INPT. Le JAEA a accès à l'infrastructure du projet NAREGI (National REsearch Grid Initiative), un équivalent japonais du projet Grid'5000 en France, et développe également ses propres solveurs en algèbre linéaire pour ses applications de simulation numérique. Cette collaboration a donné lieu à plusieurs présentations [20, 21, 81].
- **Collaboration avec l'ICL** : Depuis 2011, dans le cadre de l'équipe associée MORSE, j'ai mis en place une collaboration avec l'équipe ICL (Innovative Computing Laboratory) dirigée par Jack Dongarra. Nous avons ainsi utilisé l'ordonnanceur générique PaRSEC (<http://icl.eecs.utk.edu/dague>), développé par l'équipe de G. Bosilca, afin de proposer la première implémentation d'un solveur creux direct sur des architectures multiCPUs et multiGPUs.
- **Collaboration avec le LNCC** : En 2012, j'ai participé aux échanges organisés dans le cadre du projet HOSCAR avec différents organismes brésiliens et en particulier le LNCC. Cette collaboration a été poursuivie avec le projet HPC4E de l'appel Europe-Brésil H2020.
- **Collaboration avec Stanford** : Depuis 2013, dans le cadre de l'équipe associée FAST-LA, j'ai mis en place une collaboration avec l'équipe d'Eric Darve sur l'application des techniques



de compression utilisant des matrices hiérarchiques pour l'accélération et la réduction de la complexité des solveurs directes. Une *bourse Chateaubrilland* a été accordée en 2014, dans le cadre de cette collaboration, à Clif Robert Dudley, étudiant de master à Stanford. Cet échange a permis de définir un premier prototype utilisé comme base pour le nouveau solveur développé par Grégoire Pichon dans sa thèse [43].

## Valorisations et transferts industriels

---

- **Contrat de valorisation avec le CEA/CESTA** : Dans le cadre de mes travaux de recherche, j'ai participé à des contrats [113, 111, 110, 109] avec obligation de résultat passés avec le CEA/CESTA. Il s'agissait d'études d'applicabilité de nos méthodes aux problèmes étudiés par l'équipe "Analyse Numérique" du CEA et de transférer nos développements logiciels. J'ai également travaillé sur la parallélisation du code MIRO, un code qui simule la propagation d'un faisceau laser dans une chaîne de composants optiques pour le laser Mégajoule [112].

J'ai pu valoriser mes compétences dans le domaine des techniques de parallélisation dans le cadre de plusieurs contrats d'expertise passés avec le CEA ; et depuis septembre 2015, je suis **conseiller scientifique au CEA CESTA** avec une expertise pour le domaine du HPC.

- **Transfert industriel avec EURATOM/CEA/CADARACHE** : Depuis 2006, j'ai assuré le transfert et le suivi du solveur PASTIX dans le code de simulation JOREK qui a pour objectif d'améliorer la compréhension des instabilités au bord des plasmas, en particulier pour le contrôle du réacteur ITER utilisant le principe de la fusion thermonucléaire. Cette collaboration nous a conduits à améliorer l'efficacité de l'interface proposée entre le solveur et le code de simulation, tant du point de vue des performances que de la consommation mémoire.
- **Contrats de collaboration avec EDF** : En 2006, j'ai encadré le travail de Guilhem Caramel sur "l'optimisation des performances des outils de calcul de neutronique des cœurs" dans le cadre d'un contrat [108] passé avec EDF. Cette étude s'est prolongée dans le cadre de la thèse de Bruno Lathuilière et du contrat de collaboration passé avec EDF-R&D. J'ai co-encadré ce travail portant sur la parallélisation d'une méthode de décomposition de domaine des équations SPN de la neutronique pour les études d'accident. Les résultats ont été présentés lors des conférences CSE'08 [19], IMACS'08 [64], PMAA'08 [63] et *Reactor Physics* [60]. Un article a été publié dans la revue *Journal of Computational Physics* [7].

D'autre part, les calculs de transport par la méthode SN en neutronique forment un domaine de recherche où il existe une compétition internationale importante. Ces codes sont très consommateurs en temps de calcul et, depuis l'origine, ils sont utilisés comme benchmark pour évaluer les architectures HPC dont ils approchent les performances crêtes. Dans le cadre d'un contrat de collaboration passé avec EDF-R&D, l'objectif de la thèse de Salli Moustafa était la mise au point d'une méthode de résolution massivement parallèle de l'équation de transport neutronique. La réduction du temps de retour à moins d'une heure, pour des calculs impliquant plus de 10 milliards d'inconnues, constitue une avancée importante pour la simulation des cœurs des centrales

nucléaires. Pour y parvenir, il est nécessaire d'utiliser les techniques de parallélisation les plus avancées impliquant plusieurs algorithmes parallèles imbriqués ainsi que plusieurs paradigmes de programmations parallèles (passage de message, multi-threading et instructions SIMD). Une stratégie algorithmique adaptée au cas particulier des systèmes diffusifs allié à un très haut niveau de parallélisme a conduit à la réalisation d'un outil unique pour la simulation des centrales nucléaires [5, 15]. Un article est a été accepté dans la revue *Journal of Computational Physics* [2].

- **Contrats d'expertise avec Algo'Tech** : En 2014, avec le soutien de l'Initiative HPC-PME (lancée par Bpifrance, GENCI et Inria), la société Algo'Tech, basée à Bidart, spécialisée dans l'édition de logiciels de schématique électrique et de câblage pour les travaux publics, les machines industrielles et les systèmes embarqués, a réalisé avec succès le passage au HPC (High Performance Computing ou calcul haute performance) de son logiciel de câblage électrique. La PME a bénéficié d'un transfert de compétences dans le cadre de travaux sur le modèle du thésard-conseil réalisé par le doctorant Xavier Lacoste [105]. Suite à cette expertise, nous avons obtenu des supports européens avec les appels FORTISSIMO en 2014 et PRACE-4IP en 2015. L'utilisation du solveur PASTIX a ainsi permis de réaliser le saut technologique nécessaire au développement d'une version de son logiciel adaptée au HPC.

## Logiciels

---

Je suis l'architecte et j'assure le développement ainsi que le suivi de la bibliothèque PASTIX [120] qui implémente un solveur haute performance pour la résolution de grands systèmes linéaires basé sur une approche directe supernodale.

Un site web donnant l'accès au téléchargement et à la documentation de l'interface est disponible sur : <https://gitlab.inria.fr/solverstack/pastix>. Ce logiciel est maintenant placé sous licence libre CeCILL-C et la première distribution publique date de septembre 2006 sur la forge Inria. Cette distribution, qui représente actuellement plus de 120000 lignes de code, est constamment mise à jour pour tenir compte des améliorations algorithmiques apportées par mes travaux, ce processus étant matérialisé par la mise à disposition de la communauté de versions successives avec 2 révisions majeures par an. La distribution logicielle PASTIX est très largement diffusée et utilisée, et a fait l'objet de plus de 60000 téléchargements (dans le TOP20 des logiciels développés sur la forge Inria).

Ce solveur est reconnu par la communauté pour être un des plus performants sur les architectures récentes constituées de nœuds multicœurs. Très récemment, nous avons pu proposer la première implémentation d'un solveur creux direct sur des architectures hétérogènes disposant d'accélérateurs de type GPU.

Ce solveur est intégré dans plusieurs autres logiciels, qui contribuent à sa diffusion indirecte, par exemple :

- PETSc (<http://www.mcs.anl.gov/petsc>) : une bibliothèque de fonctions en C permettant de gérer des vecteurs et des matrices creuses et de résoudre les systèmes linéaires correspondants avec des solveurs directs ou itératifs ;
- Eigen (<http://eigen.tuxfamily.org>) : une bibliothèque template en C++ d'algèbre linéaire.

Enfin, parmi les principaux utilisateurs, nous pouvons citer ceux avec qui nous entretenons des collaborations scientifiques régulières :

- CEA/CESTA : pour des codes en production de mécanique des structures et d'électromagnétisme ;
- EURATOM/CEA/CADARACHE : pour un code de Magnéto-Hydro-Dynamique dont le but est de contribuer au dimensionnement et au contrôle du réacteur ITER ;
- CERFACS : pour un code de simulation de l'évolution du climat avec Météo-France ;
- Algo'Tech : dans le cadre de l'initiative HPC PME, la société Algo'Tech utilise notre solveur dans ses codes de simulation de systèmes électriques et électromagnétiques pour ses clients issus aussi bien de l'aéronautique que de l'automobile.

## Encadrement d'étudiants dans le cadre de travaux de recherche

---

**J'ai co-encadré six thèses soutenues lors des 9 dernières années :**

- la thèse de Mathieu Faverge [114] financée sur le projet ANR NUMASIS, soutenue en décembre 2009.
- la thèse de Bruno Lathuilière [115] financée sur un contrat de collaboration passé avec EDF-R&D, soutenue en janvier 2010.
- la thèse de Xavier Lacoste [116] financée sur le projet ANR ANEMOS, soutenu en février 2015.
- la thèse d'Astrid Casadei [117] financée sur une allocation de recherche ministérielle, soutenue en octobre 2015.
- la thèse de Salli Moustafa [118] financée sur un contrat de collaboration passé avec EDF-R&D, soutenu en décembre 2015.
- la thèse de Grégoire Pichon [119] financée sur un contrat DGA, soutenu en novembre 2018.

J'encadre actuellement la thèse d'Eragul Korkmaz dans le cadre du projet ANR SASHIMI, et j'ai bien sûr eu l'occasion d'encadrer le travail de très nombreux étudiants dans le cadre de mes travaux de recherche.

## Formations avancées et autres activités

---

De plus, j'ai pris part à l'organisation de plusieurs formations avancées dans le domaine du parallélisme et de ses applications :

- une formation généraliste dispensée à des personnels du CEA en juin 1996 ;
- une formation nationale sur la programmation avancée des calculateurs parallèles à mémoire distribuée (MPI et HPF), organisée par le CINES et le LaBRI en mars et mai 1997 ;
- une formation, de même contenu (MPI et HPF), organisée au LaBRI et dispensée à des personnels du CEA en février et mars 1998.

J'ai été invité à présenter mes travaux lors de :

- l'école CEA-EDF-Inria sur le calcul scientifique intensif à Rocquencourt en 2006 [100] ;
- la formation sur l'informatique scientifique pour le calcul organisée par le CNRS à Sète en 2008 [99] ;

- la formation sur les solveurs de systèmes linéaires de grande taille organisée par le CNRS à Lyon en 2010 [97] ;
- l'école d'été du CEMRACS sur les modèles numériques pour la Fusion à Marseille en 2010 [98] ;
- l'école de mécanique des fluides numériques à Roscoff en 2011 [96] ;
- la formation sur l'algèbre linéaire creuse parallèle organisée par la Maison de la Simulation, chaque année, depuis 2011 [86, 90, 92, 95] ;
- l'école d'été du CEMRACS sur les méthodes numériques et algorithmes pour architectures pétaflopiques à Marseille en 2012 [94] ;
- l'école thématique du CEA sur la simulation numérique à Fréjus en 2013 [93] ;
- l'école internationale ITER "High Performance Computing in Fusion Science" à Aix-en-Provence en 2014 [89] ;
- la formation du CNRS dédiée au problème de Poisson à Paris en 2015 [88].

En collaboration avec l'équipe système du LaBRI, j'ai administré le calculateur parallèle du laboratoire (IBM SP2 puis SP3). Les moyens de calcul sont maintenant gérés au niveau régional avec le partage des ressources du MCIA (Mésocentre de Calcul Intensif Aquitain) et de PlaFRIM (Plateforme Fédérative pour la Recherche en Informatique et Mathématiques). Depuis la restructuration du mésocentre en 2010, je représente le LaBRI au comité scientifique.

Enfin, depuis 12 ans, je m'occupe des demandes de ressources informatiques sur les centres de calcul nationaux CINES, IDRIS et CCRT maintenant regroupés dans le cadre d'un appel commun sous la direction du GENCI (Grand Equipement National de Calcul Intensif). Entre 2008 et 2016, j'étais expert pour le comité thématique 6 (Maths-Info) du GENCI avec la mission d'évaluer et classer les demandes de ressources sur les calculateurs des centres nationaux.

## Liste des publications

---

### Revues internationales :

- [1] G. Pichon, E. Darve, M. Faverge, P. Ramet, and J. Roman. *Supernodes ordering to enhance Block Low-Rank compression in sparse direct solvers*. SIAM Journal on Matrix Analysis and Application, submitted.
- [2] S. Moustafa, F. Févotte, M. Faverge, L. Plagne, P. Ramet. *Efficient Parallel Solution of the 3D Stationary Boltzmann Transport Equation for Diffusive Problems*. Journal of Computational Physics, to appear.
- [3] G. Pichon, E. Darve, M. Faverge, P. Ramet, and J. Roman. *Sparse Supernodal Solver Using Block Low-Rank Compression : design, performance and analysis*. International Journal of Computational Science and Engineering, 27 :255-270, 2018.
- [4] G. Pichon, M. Faverge, P. Ramet, and J. Roman. *Reordering strategy for blocking optimization in sparse linear solvers*. SIAM Journal on Matrix Analysis and Application, 38(1) :226-248, 2017.
- [5] S. Moustafa, I. Dutka-Malen, L. Plagne, A. Poncot, and P. Ramet. *Shared Memory Parallelism for 3D Cartesian Discrete Ordinates Solver*. Annals of Nuclear Energy, 2014.
- [6] O. Coulaud, L. Giraud, P. Ramet, and X. Vasseur. *Developments in Parallel, Distributed, Grid and Cloud Computing for Engineering*. Chapter Augmentation and Deflation in Krylov subspace methods, pages 249-275. Saxe-Coburg Publications, Kippen, Stirlingshire, United Kingdom, 2013.
- [7] M. Barrault, B. Lathuilière, P. Ramet et J. Roman. *Efficient Parallel Resolution of The Simplified Transport Equations in Mixed-Dual Formulation*. Journal of Computational Physics, 230(5) :2004-2020, 2011.
- [8] G. Huysmans, Pamela S., E. van der Plas et P. Ramet. *Non-Linear MHD simulations of Edge Localised Modes (ELMs)*. Journal on Plasma Physics and Controlled Fusion, 51(12) :124012, 2009.
- [9] R. Abgrall, R. Huart et P. Ramet. *Numerical simulation of unsteady MHD flows and applications*. MagnetoHydroDynamics Journal, 45(2) :225-232, 2009.
- [10] P. Hénon, P. Ramet et J. Roman. *On finding approximate supernodes for an efficient ILU(k) factorization*. Parallel Computing, 34 :345-362, 2008.
- [11] P. Hénon, P. Ramet, et J. Roman. *PaStiX : A High-Performance Parallel Direct Solver for Sparse Symmetric Definite Systems*. Parallel Computing, 28(2) :301-321, 2002.
- [12] E. Caron, S. Chaumette, S. Contassot-Vivier, F. Desprez, E. Fleury, C. Gomez, M. Goursat, E. Jeannot, D. Lazure, F. Lombard, J.M. Nicod, L. Philippe, M. Quinson, P. Ramet, J. Roman, F. Rubi, S. Steer, F. Suter et G. Utard. *Scilab to Scilab//, the OURAGAN Project*. Parallel Computing, 27(11) :1497-1519, 2001.
- [13] D. Goudin, P. Hénon, F. Pellegrini, P. Ramet, J. Roman et J.-J. Pesqué. *Parallel Sparse Linear Algebra and Application to Structural Mechanics*. Numerical Algorithms volume 24, pages 371-391, 2000.

### Congrès internationaux avec actes (Springer LNCS, IEEE ou SIAM) :

- [14] G. Pichon, E. Darve, M. Faverge, P. Ramet, and J. Roman. *Sparse Supernodal Solver Using Block Low-Rank Compression*. 18th IEEE International Workshop on Parallel and Distributed Scientific and Engineering Computing (PDSEC 2017), Orlando, USA, juin 2017.
- [15] S. Moustafa, M. Faverge, L. Plagne, P. Ramet. *3D Cartesian Transport Sweep for Massively Parallel Architectures with PARSEC*. 29th IEEE International Parallel & Distributed Processing Symposium (IPDPS'15), pages 581-590, Hyderabad, India, mai 2015.
- [16] A. Casadei, P. Ramet, and J. Roman. *An improved recursive graph bipartitioning algorithm for well balanced domain decomposition*. 21st IEEE International Conference on High Performance Computing, pages 1-10, Goa, India, décembre 2014.

- [17] X. Lacoste, M. Faverge, P. Ramet, S. Thibault, and G. Bosilca. *Taking advantage of hybrid systems for sparse direct solvers via task-based runtimes*. HCW'2014 workshop of IPDPS, pages 29-38, Phoenix, USA, mai 2014.
- [18] G. Huysmans, Pamela S., E. van der Plas et P. Ramet. *Non-Linear MHD simulations of Edge Localised Modes*. 36th EPS Plasma Physics Conference, Sofia, Bulgarie, juin 2009.
- [19] M. Barrault, B. Lathuilière, P. Ramet et J. Roman. *A domain decomposition method applied to the simplified transport equations*. IEEE 11th International Conference on Computational Science and Engineering, Sao Paulo, Brazil, pages 91-97, juillet 2008.
- [20] Y. Caniou, J.-S. Gay et P. Ramet. *Tunable parallel experiments in a GridRPC framework : application to linear solvers*. VECPAR'08, LNCS 5336, pages 430-436, Toulouse, France, juin 2008.
- [21] N. Kushida, Y. Suzuki, N. Teshima, N. Nakajima, Y. Caniou, M. Dayde et P. Ramet. *Toward an International Sparse Linear Algebra Expert System by Interconnecting the ITBL Computational Grid with the Grid-TLSE Platform*. VECPAR'08, LNCS 5336, pages 424-429, Toulouse, France, juin 2008.
- [22] M. Faverge et P. Ramet. *Dynamic Scheduling for sparse direct Solver on NUMA architectures*. Proceedings of PARA'08, Trondheim, Norway, à paraître dans LNCS, mai 2008.
- [23] P. Hénon, P. Ramet et J. Roman. *Partitioning and Blocking Issues for a Parallel Incomplete Factorization*. PARA'06, Workshop on state-of-the-art in scientific computing, Umea, Suède, LNCS 4699, pages 929-937, juin 2006.
- [24] P. Hénon, P. Ramet et J. Roman. *On using an hybrid MPI-Thread programming for the implementation of a parallel sparse direct solver on a network of SMP nodes*. Sixth International Conference on Parallel Processing and Applied Mathematics, Workshop HPC Linear Algebra, Poznan, Pologne, LNCS 3911, pages 1050-1057, september 2005.
- [25] P. Hénon, F. Pellegrini, P. Ramet, J. Roman, et Y. Saad. *Applying parallel direct solver skills to build robust and highly performant preconditioners*. PARA'04, Workshop on state-of-the-art in scientific computing, Copenhagen, Danemark, LNCS 3732, pages 601-619, juin 2004.
- [26] O. Beaumont, P. Ramet et J. Roman. *Asymptotically optimal algorithm for Laplace task graphs on heterogeneous platforms*. Fifth International Conference on Parallel Processing and Applied Mathematics (PPAM), Czestochowa, Pologne, LNCS 3019, pages 880-887, septembre 2003.
- [27] P. Hénon, P. Ramet et J. Roman. *Efficient algorithms for direct resolution of large sparse system on clusters of SMP nodes*. SIAM Conference LA'2003, Williamsburg, USA, juillet 2003.
- [28] P. Hénon, P. Ramet et J. Roman. *PaStiX : A Parallel Direct Solver for Sparse SPD Matrices based on Efficient Static Scheduling and Memory Managment*. SIAM Conference PPSC'2001, Portsmouth, Virginie, USA, mars 2001.
- [29] P. Hénon, P. Ramet et J. Roman. *PaStiX : A Parallel Sparse Direct Solver Based on a Static Scheduling for Mixed 1D/2D Block Distributions*. IPDPS'2000, Cancun, Mexique, LNCS 1800, pages 519-525, mai 2000.
- [30] P. Hénon, P. Ramet et J. Roman. *A Mapping and Scheduling Algorithm for Parallel Sparse Fan-In Numerical Factorization*. EuroPar'99, Toulouse, France, LNCS 1685, pages 1059-1067, septembre 1999.
- [31] F. Desprez, P. Ramet et J. Roman. *Optimal Grain Size Computation for Pipelined Algorithms*. EuroPar'96, Lyon, France, LNCS 1123, pages 165-172, septembre 1996.

### Congrès internationaux avec comité de sélection :

- [32] M. Faverge, G. Pichon, P. Ramet, and J. Roman. *Exploiting Parameterized Task-graph in Sparse Direct Solvers* SIAM Conference on Computation Science and Engineering, Spokane, USA, février 2019.
- [33] G. Pichon, E. Darve, M. Faverge, P. Ramet, and J. Roman. *Block Low-rank Algebraic Clustering for Sparse Direct Solvers* SIAM Conference on Computation Science and Engineering, Spokane, USA, février 2019.

- [34] G. Pichon, E. Darve, M. Faverge, P. Ramet, and J. Roman. *Block Low-rank Algebraic Clustering for Sparse Direct Solvers* PMAA'2018, Zurich, Suisse, juin 2018.
- [35] G. Pichon, E. Darve, M. Faverge, P. Ramet, and J. Roman. SIAM Conference on Computation Science and Engineering, Atlanta, USA, février 2017.
- [36] G. Pichon, M. Faverge, and P. Ramet. *Exploiting Modern Manycore Architecture in Sparse Direct Solver with Runtime Systems*. SIAM Conference on Computation Science and Engineering, Atlanta, USA, février 2017.
- [37] G. Pichon, M. Faverge, P. Ramet, and J. Roman. *Impact of Blocking Strategies for Sparse Direct Solvers on Top of Generic Runtime*. SIAM Conference on Computation Science and Engineering, Atlanta, USA, février 2017.
- [38] E. Darve, M. Faverge, G. Pichon, P. Ramet, and J. Roman. *Sparse Supernodal Solver Using Hierarchical Compression*. Workshop on Fast Direct Solvers, Purdue, USA, novembre 2016.
- [39] P. Ramet. *On the use of low rank approximations for sparse direct solvers*. SIAM Annual Meeting, Boston, USA, juillet 2016.
- [40] M. Faverge, G. Pichon, P. Ramet, and J. Roman. *Impact of Blocking Strategies for Sparse Direct Solvers on Top of Generic Runtimes*. SIAM Conference on Parallel Processing for Scientific Computing, Paris, France, avril 2016.
- [41] E. Darve, M. Faverge, G. Pichon, P. Ramet, and J. Roman. *Exploiting H-Matrices in Sparse Direct Solvers*. SIAM Conference on Parallel Processing for Scientific Computing, Paris, France, avril 2016.
- [42] M. Faverge, G. Pichon, P. Ramet, and J. Roman. *Blocking strategy optimizations for sparse direct linear solver on heterogeneous architectures*. Sparse Days, Saint Girons, France, juin 2015.
- [43] M. Faverge, G. Pichon, P. Ramet, and J. Roman. *On the use of H-Matrix Arithmetic in PaStiX : a Preliminary Study*. Workshop on Fast Solvers, Toulouse, France, juin 2015.
- [44] X. Lacoste, M. Faverge, and P. Ramet. *A task-based sparse direct solver suited for large scale hierarchical/heterogeneous architectures*. SIAM Conference on Computation Science and Engineering, Salt Lake City, USA, février 2015.
- [45] A. Casadei, P. Ramet, and J. Roman. *Towards a recursive graph bipartitioning algorithm for well balanced domain decomposition*. SIAM Conference on Computation Science and Engineering, Salt Lake City, USA, février 2015.
- [46] P. Ramet. *On the design of parallel linear solvers for large scale problems*. International Congress on Industrial and Applied Mathematics, Pekin, China, aout 2015.
- [47] A. Casadei and P. Ramet. *Towards a recursive graph bipartitioning algorithm for well balanced domain decomposition*. International Congress on Industrial and Applied Mathematics, Pekin, China, aout 2015.
- [48] S. Moustafa, M. Faverge, L. Plagne, and P. Ramet. *Parallel 3D Sweep Kernel with PARSEC*. 16th IEEE International Conference on High Performance and Communications, workshop on HPC-CFD in Energy/Transport Domains, Paris, France, aout 2014.
- [49] A. Casadei, P. Ramet, and J. Roman. *Nested Dissection with Balanced Halo*. SIAM Workshop on Combinatorial Scientific Computing, Lyon, France, juillet 2014.
- [50] E. Agullo, M. Faverge, L. Giraud, A. Guermouche, P. Ramet, and R. Roman. *Toward parallel scalable linear solvers suited for large scale hierarchical parallel platforms*. WCCM-ECCM-ECFD, Barcelona, Spain, juillet 2014.
- [51] S. Moustafa, I. Dutka-Malen, L. Plagne, A. Poncot, and P. Ramet. *Shared Memory Parallelism for 3D Cartesian Discrete Ordinates Solver..* Joint International Conference on Supercomputing in Nuclear Applications + Monte Carlo, Paris, France, octobre 2013.
- [52] X. Lacoste, M. Faverge, and P. Ramet. *Sparse Linear Algebra over DAG Runtimes*. SIAM Conference on Computation Science and Engineering, Boston, USA, février 2013.

- [53] A. Casadei, L. Giraud, P. Ramet, and J. Roman. *Towards Domain Decomposition with Balanced Halo*. Workshop Celebrating 40 Years of Nested Dissection, Waterloo, Canada, juillet 2013.
- [54] P. Ramet. *From hybrid architectures to hybrid solvers*. Workshop Celebrating 40 Years of Nested Dissection, Waterloo, Canada, juillet 2013.
- [55] X. Lacoste, P. Ramet, M. Faverge, I. Yamazaki, G. Bosilca. *Toward a supernodal sparse direct solver over DAG runtimes*. PMAA'2012, London, England, juin 2012.
- [56] A. Casadei et P. Ramet. *Memory Optimization to Build a Schur Complement*. SIAM Conference LA'2012, Valencia, Spain, juin 2012.
- [57] X. Lacoste et P. Ramet. *Sparse direct solver on top of large-scale multicore systems with GPU accelerators*. SIAM Conference LA'2012, Valencia, Spain, juin 2012.
- [58] M. Faverge et P. Ramet. *Fine Grain Scheduling for Sparse Solver on Manycore Architectures*. SIAM Conference PPSC'2012, Savannah, USA, février 2012.
- [59] Y. Suzuki, N. Kushida, T. Tatekawa, N. Teshima, Y. Caniou, R. Guivarch, M. Dayde et P. Ramet. *Development of an International Matrix-Solver Prediction System on a French-Japanese International Grid Computing Environment*. Joint International Conference on Supercomputing in Nuclear Applications and Monte Carlo 2010, Tokyo, Japan, octobre 2010.
- [60] M. Barrault, B. Lathuilière, P. Ramet et J. Roman. *A Non Overlapping Parallel Domain Decomposition Method Applied to The Simplified Transport Equations*. International Conference on Mathematics, Computational Methods and Reactor Physics, New-York, USA, mai 2009.
- [61] R. Abgrall, O. Coulaud, P. Hénon, R. Huart, G. Huysmans, G. Latu, B. Nkonga, S. Pamela et P. Ramet. *Numerical simulation of tokamak plasmas*. 7th PAMIR International Conference on Fundamental and Applied MHD, Presqu'île de Giens, France, septembre 2008.
- [62] M. Faverge, X. Lacoste et P. Ramet. *A NUMA Aware Scheduler for a Parallel Sparse Direct Solver*. PMAA'2008, Neuchatel, Suisse, juin 2008.
- [63] M. Barrault, B. Lathuilière, P. Ramet et J. Roman. *A Domain Decomposition Method Applied to Large Eigenvalue Problems in Neutron Physics*. PMAA'2008, Neuchatel, Suisse, juin 2008.
- [64] M. Barrault, B. Lathuilière, P. Ramet et J. Roman. *A domain decomposition method for the resolution of an eigenvalue problem in neutron physics*. International Symposium on Iterative Methods in Scientific Computing (IMACS), Lille, France, mars 2008.
- [65] P. Hénon, P. Ramet et J. Roman. *On finding approximate supernodes for an efficient ILU(k) factorization*. PMAA'2006, Rennes, France, septembre 2006.
- [66] B. Braconnier, B. Nkonga, M. Papin, P. Ramet, M. Riccuito, J. Roman et R. Abgrall. *Efficient solution technique for low Mach number compressible multiphase problems*. PMAA'2006, Rennes, France, septembre 2006.
- [67] P. Hénon, F. Pellegrini, P. Ramet et J. Roman. *Blocking Issues for an Efficient Parallel Block ILU Preconditioner*. SIAM Conference On Preconditioning Techniques For Large Sparse Matrix Problems In Scientific And Industrial Applications, Atlanta, USA, mai 2005.
- [68] P. Hénon, P. Ramet et J. Roman. *A Blockwise Algorithm for Parallel Incomplete Cholesky Factorization*. PMAA'2004, Marseille, France, octobre 2004.
- [69] P. Hénon, B. Nkonga, P. Ramet et J. Roman. *Using of the High Performance Sparse Solver PaStiX for the Complex Multiscale 3D Simulations performed by the FluidBox Fluid Mechanics Software*. PMAA'2004, Marseille, France, octobre 2004.
- [70] P. Hénon, F. Pellegrini, P. Ramet, J. Roman et Y. Saad. *High Performance Complete and Incomplete Factorizations for Very Large Sparse Systems by using Scotch and PaStiX softwares*. SIAM Conference PPSC'2004, San Francisco, USA, février 2004.



- [71] P. Hénon, F. Pellegrini, P. Ramet et J. Roman. *Towards High Performance Hybrid Direct-Iterative Solvers for Large Sparse Systems*. SIAM Conference On Preconditioning Techniques For Large Sparse Matrix Problems In Scientific And Industrial Applications, Napa, USA, octobre 2003.
- [72] P. Hénon, P. Ramet et J. Roman. *Parallel factorization of very large sparse SPD systems on a network of SMP nodes*. PMAA'2002, Neuchâtel, Suisse, novembre 2002.
- [73] P. Hénon, P. Ramet et J. Roman. *PaStiX : A High-Performance Parallel Direct Solver for Sparse Symmetric Definite Systems*. PMAA'2000, Neuchâtel, Suisse, août 2000.
- [74] D. Goudin, P. Hénon, F. Pellegrini, P. Ramet, J. Roman et J.-J. Pesqué. *Description of the EMILIO Software Processing Chain and Application to Structural Mechanics*. PMAA'2000, Neuchâtel, Suisse, août 2000.

### Ateliers internationaux sur invitation :

- [75] P. Ramet. *Heterogeneous architectures, Hybrid methods, Hierarchical matrices for Sparse Linear Solvers*. Seminar at Stanford, avril 2018.
- [76] P. Ramet. *From hybrid architectures to hybrid solvers*. Seminar at Stanford, juillet 2013.
- [77] P. Ramet. *Hybrid methods, Hybrid architectures, Hybrid compressions for sparse direct solvers*. Seminar at Stanford, novembre 2013.
- [78] P. Ramet. *Dynamic Scheduling for Sparse Direct Solver on NUMA and Multicore Architectures*. ComplexHPC meeting, Lisbon, Portugal, octobre 2009.
- [79] P. Hénon, P. Ramet et J. Roman. *A supernode amalgamation algorithm for an efficient block incomplete factorization*. Workshop on parallel iterative solvers and domain decomposition techniques, Minneapolis, USA, juillet 2008.
- [80] P. Hénon, P. Ramet et J. Roman. *A supernode amalgamation algorithm for an efficient block incomplete factorization*. Workshop PPAM'07, Gdansk, Pologne, septembre 2007.
- [81] P. Ramet. *High performances methods for solving large sparse linear systems - Direct and Incomplete Factorization*. Workshops ReDIMsOPS, Japan Atomic Energy Agency, Tokyo, Japon, mai 2007.
- [82] O. Czarny, G. Huysmans, P. Hénon et P. Ramet. *Improvement of existing solvers for the simulation of MHD instabilities*. Numerical flow models for controlled fusion, Porquerolles, France, avril 2007.
- [83] P. Hénon, F. Pellegrini, P. Ramet et J. Roman. *An efficient hybrid MPI/Thread implementation on a network of SMP nodes for the parallel sparse direct solver PaStiX : ordering / scheduling / memory managment / out-of-core issues, and application to preconditioning*. Sparse Days and Grid Computing, Saint Girons, France, juin 2003.

### Ateliers nationaux sur invitation :

- [84] M. Faverge, G. Pichon, P. Ramet, and J. Roman. *Utilisation de la compression low-rank pour réduire la complexité du solveur PaStiX*. JCAD'2018 : Journées Calcul et Données, Lyon, France, octobre 2018.
- [85] G. Pichon, E. Darve, M. Faverge, P. Ramet, and J. Roman. *Utilisation de la compression Block Low-Rank pour accélérer un solveur direct creux supernodal*. COMPAS'2018 - SOLHAR final meeting, Toulouse, France, juillet 2018.
- [86] P. Ramet. *Solveurs Directs*. Maison de la Simulation : Formation en Algèbre Linéaire Creuse Parallèle, Montpellier, France, mars 2015.
- [87] P. Ramet. *PaStiX : Parallel Sparse Matrix Package*. JDEV2015 : Journées Développement Logiciel, Bordeaux, France, juillet 2015.
- [88] P. Ramet. *On the design of parallel linear solvers for large scale problems*. Formation CNRS, Journée problème de Poisson, Paris, France, janvier 2015.

- [89] P. Ramet. *Task-based linear solvers for modern architectures*. 7th ITER International School, High Performance Computing in Fusion Science, Aix-en-Provence, France, aout 2014.
- [90] P. Ramet. *Solveurs Directs*. Maison de la Simulation : Formation en Algèbre Linéaire Creuse Parallèle, Paris, France, mars 2014.
- [91] P. Ramet. *Hybrid methods, Hybrid architectures, Hybrid compressions for sparse direct solvers*. Journée Scientifique du MCIA, février 2014.
- [92] P. Ramet. *Solveurs Directs*. Maison de la Simulation : Formation en Algèbre Linéaire Creuse Parallèle, Paris, France, mars 2013.
- [93] P. Ramet. *Méthodes directes et hybrides pour des solveurs creux adaptés aux machines multiCPUs/multiGPUs*. 3ième Ecole Thématique de Simulation Numérique, Frejus, France, juillet 2013.
- [94] P. Ramet. *Sparse direct solver on top of large-scale multicore systems with GPU accelerators*. CEMRACS'2012, Méthodes numériques et algorithmes pour architectures pétaflopiques, Marseille, France, aout 2012.
- [95] P. Ramet. *Solveurs Directs*. Maison de la Simulation : Formation en Algèbre Linéaire Creuse Parallèle, Bordeaux, France, novembre 2011.
- [96] P. Ramet. *Linear algebra and sparse direct methods*. Séminaires de l'école MFN 2011 sur les méthodes et algorithmes pour le calcul haute performance, Roscoff, France, juin 2011.
- [97] P. Ramet. *Ordonnancement dynamique dans le solveur PaStiX pour des machines NUMA et multicoeurs*. Formation CNRS, Solveurs de systèmes linéaires de grande taille : les avancées récentes, Lyon, France, novembre 2010.
- [98] P. Ramet. *Formation Parallélisme*. CEMRACS'2010, Modèles Numériques pour la Fusion, Marseille, France, août 2010.
- [99] P. Ramet. *Résolution de Systèmes Linéaires, Algorithmes et Parallélisme*. Formation CNRS, Informatique Scientifique pour le Calcul, Sète, France, octobre 2008.
- [100] P. Ramet et J. Roman. *Méthodes directes hautes performances de résolution en algèbre linéaire creuse*. Ecole CEA-EDF-Inria sur le calcul scientifique intensif, Rocquencourt, France, novembre 2006.

### **Congrès nationaux avec comité de sélection et avec actes :**

- [101] P. Hénon, P. Ramet. *Optimisation de l'occupation mémoire pour un solveur parallèle creux direct hautes performances de type supernodal*. RenPar'2002, Hamamet, Tunisie, avril 2002.
- [102] P. Hénon, P. Ramet. *PaStiX : Un solveur parallèle direct pour des matrices creuses symétriques définies positives basé sur un ordonnancement statique performant et sur une gestion mémoire efficace*. RenPar'2001, Paris, France, avril 2001.
- [103] P. Ramet. *Calcul de la Suite Optimale de Taille de Paquets pour la Factorisation de Cholesky*. RenPar'9, Lausanne, Suisse, pages 111–114, mai 1997.
- [104] P. Ramet. *Calcul de la Taille Optimale des Paquets pour les Algorithmes Macro-Pipelines*. RenPar'8, Bordeaux, France, pages 21–24, juin 1996.

### **Rapports de fin de contrat :**

- [105] M. Alaya, M. Faverge, X. Lacoste, A. Péré-Laperne, J. Péré-Laperne, P. Ramet, and T. Terraz. *Simul'Elec and PASTIX interface specifications*. Algo'Tech, 2015.
- [106] M. Faverge, X. Lacoste, P. Ramet, and T. Terraz. *Etude de la factorisation directe hétérogène et de la factorisation incomplète sur solveur PaStiX appliquées à des systèmes issus de problèmes du CEA/CESTA*. CEA/DAM/CESTA, 2015.

- [107] M. Boulet, G. Meurant, D. Goudin, J.-J. Pesqué, M. Chanaud, L. Giraud, P. Hénon, P. Ramet et J. Roman. *Résolution des systèmes linéaires sur calculateurs pétaflopiques*. Revue CHOCS vol 41, revue scientifique et technique de la Direction des Applications Militaires, janvier 2012.
- [108] G. Caramel et P. Ramet. *Optimisation des performances des outils de calcul de neutronique des coeurs*. E.D.F. / SINETICS, 2007.
- [109] P. Hénon, P. Ramet et J. Roman. *Evaluation des performances de la version SMP du solveur PaStiX de la chaîne logicielle EMILIO dans l'environnement du code ODYSSEE du CESTA*. CEA/DAM/CESTA, 2005.
- [110] P. Hénon, F. Pellegrini, P. Ramet et J. Roman. *Etude sur l'applicabilité de méthodes itératives nouvelles aux problèmes du CESTA*. CEA/DAM/CESTA, 2004.
- [111] P. Hénon, P. Ramet et J. Roman. *Amélioration et Extension du Solveur Direct Parallèle pour Grandes Matrices Creuses du CESTA*. CEA/DAM/CESTA, 2003.
- [112] D. Lecas et P. Ramet. *Parallélisation du code MIRO*. CEA/DAM/CESTA, 2001.
- [113] D. Goudin, P. Hénon, F. Pellegrini, P. Ramet et J. Roman. *Mise en oeuvre d'une Bibliothèque d'Outils pour la Résolution par Méthode Directe de Grands Systèmes Linéaires Creux Symétriques Définis Positifs sur Machine Parallèle*. CEA/DAM/CESTA, 2000.

### Co-encadrement de thèses :

- [114] M. Faverge. *Ordonnancement hybride statique-dynamique en algèbre linéaire creuse pour de grands clusters de machines NUMA et multi-coeurs*. PhD thesis, LaBRI, Université Bordeaux, Talence, France, décembre 2009.
- [115] B. Lathuilière. *Méthode de décomposition de domaine pour les équations du transport simplifié en neutronique*. PhD thesis, LaBRI, Université Bordeaux, Talence, France, janvier 2010.
- [116] X. Lacoste. *Scheduling and memory optimizations for sparse direct solver on multi-core/multi-gpu cluster systems*. PhD thesis, LaBRI, Université Bordeaux, Talence, France, février 2015.
- [117] A. Casadei. *Optimizations of hybrid sparse linear solvers relying on Schur complement and domain decomposition approaches*. PhD thesis, LaBRI, Université Bordeaux, Talence, France, octobre 2015.
- [118] S. Moustafa. *Massively Parallel Cartesian Discrete Ordinates Method for Neutron Transport Simulation*. PhD thesis, LaBRI, Université Bordeaux, Talence, France, décembre 2015.
- [119] G. Pichon. *On the use of low-rank arithmetic to reduce the complexity of parallel sparse linear solvers based on direct factorization techniques*. PhD thesis, LaBRI, Université Bordeaux, Talence, France, novembre 2018.

### Logiciels :

- [120] P. Ramet. PaStiX 5.\*. Un solveur haute performance pour la résolution de grands systèmes linéaires basé sur une approche directe supernodale. Disponible à partir de l'adresse suivante : <http://pastix.gforge.inria.fr/>. Dépôt APP effectué par Inria (IDDN.FR.001.230016.000.S.C.2008.000.31235).
- [121] P. Ramet. PaStiX 6.0. Disponible à partir de l'adresse suivante : <https://gitlab.inria.fr/solverstack/pastix>.