Compléments d'information à la demande de prime d'encadrement doctoral et de recherche

Serge Petiton
Laboratoire d'Informatique Fondamentale de Lille
Université des Sciences et Technologies de Lille
Cité Scientifique
59655 Villeneuve d'Ascq Cedex

22 Mars 1995

Ce document contient une notice des titres et travaux de recherche pour la période **1991 - 1994**, ainsi que des précisions sur mon poste précédent au Site Expérimental en Hyperparallélisme (SEH).

Tel : 20 43 67 10
Fax : 20 43 65 66
e-mail : petiton@lifl.fr

Serge PETITON

Né le 12 Août 1956 à Paris 20ème
Nationalité Française
Marié

Habilité à diriger des recherches de l'Université Paris VI, le 11 Octobre 1993.

Professeur à l'Université des Sciences et Technologies de Lille (Lille I), École Universitaire Des Ingénieurs de Lille (EUDIL).

Chercheur et conseiller scientifique au Site Expérimental en Hyperparallèlisme (SEH), créé par le CEA, CNRS, la DRET, l'EDF et l'IFP en 1989 ; [1990-1994]

Synthèse des publications et communications [1991-1994]

Éditeur d'un numéro spécial d'une revue internationale avec comité de lecture

- 5 publications de revues dont 3 dans des journaux internationaux avec comité de lecture.
- 2 contributions à ouvrage avec comité de lecture.
- 7 communications à des conférences internationales avec actes et comité de lecture.
- 10 communications à des conférences avec actes à diffusions restreintes ou sans actes.
- 8 communications à des conférences ou *workshops* invités, dont 4 à l'étranger.
- 4 rapports de recherches liés à des contrats.
- 13 communications à des séminaires, dont 8 à l'étranger.

Direction de recherches

Responsable de l'équipe SEH des PRC C^3 et PRS du MRE [1991-1994].

Membre du consortium PARADIGME du MRE [1992-1994].

Directeur scientifique de 5 thèses de doctorat et de 2 contrats ETCA.

Responsable de 10 stages de recherche ou de fin d'études (dont 7 DEA).

Synthése de l'animation de la recherche [1991-1994]

Membre du *Technical Committee* sur le *Parallel Computing* de l'IMACS [1].

Rapporteur pour cinq revues internationales avec comité de lecture.

Membre de comité scientifique de conférence internationale (3).

Co-éditeur d'un numéro spécial d'un Journal international.

Membre du comité de rédaction de deux numéros spéciaux d'un Journal national.

1. International Association for Mathematics and Computers in Simulations

Responsable et organisateur de sessions ou de mini-symposium pour des conférences internationales (4).

Co-organisateur de deux conférences nationale.

Lecteur pour différentes conférences internationales.

Membre de onze jurys de thèse (rapporteur : 4, président : 1).

Animation scientifique du SEH [1990-1994].

Nombreuses invitations dans des laboratoires de recherches aux USA

Rédacteur en chef de la revue *Chroniques Hyperparallèles*.

Responsable et organisateur du voyage d'études SEH'91.

Co-organisateur des séminaires du SEH [1991-1994].

Participation au lancement du Réseau de Resources des Applications Paralléles pour l'Industrie et le Développement Scientifique (RAPID).

Animation scientifique

Direction et administration de la recherche

Responsable de l'équipe du SEH participant au PRC C^3 du MRE, rattachée aux opérations `PARAD`[2] et `CAPA`[3]. Organisation d'une journée nationale au SEH pour chacune des opérations. [1991-1994]

Membre du consortium PARADIGME du MRE, responsable de la sous-équipe in situ au SEH. Collaboration étroite avec l'équipe du LIFL, Université de Lille I, sur le thème de la manipulation de structures non-régulières dans un modèle de programmation à parallélisme de données. [1992-1994]

Membre du *International Technical Committee* sur le *Parallel Computing* de l'IMACS[4] : organisation probable dans ce cadre d'un *workshop* sur l'algèbre linéaire pour réseau de machines parallèles hétérogènes en 1996

Rapporteur pour les revues internationales suivantes :

Journal of Parallel and Distributing Computing, Academic Press,

International Journal of Applied Numerical Mathematics, Elsevier Press,

Journal on Scientific Computing, SIAM,

Mathematics and Computers in Simulation, IMACS.

Membre du comité scientifique des conférences internationales suivantes :

TRANSPUTER'94[5], *Advanced Research and Industrial Application*, Saline Royale d'Arc et Senans, 21-23 Septembre 1994.

The Fifth Symposium on the Frontiers of Massively Parallel Computation[6]. Supporté par la *IEEE Computer Society*, le *IEEE Technical Comittee on Computer Architectures* et le *NASA Goddard Space Flight Center*; 6-9 Février 1995, McLean, VA, USA

Responsable et organisateur de sessions pour les 13ème et 14ème congrès mondial de l'IMACS (Dublin, Irlande, Juillet 1991 et Atlanta, USA, Juillet 1994).

Responsable du mini-symposium sur le *Massively Parallel Processing* dans le cadre de la conférence internationale *TRANSPUTER'94*.

Co-éditeur, avec Pierre Leca de L'ONERA, d'un numéro spécial du journal international *Applied Numerical Mathematics*, volume 12, numéro 5, publié en 1993 par *Elsevier Science Publishers*. Titre : *Parallel Scientific Computing : From Solvers to Applications*.

Membre du comité de rédaction de deux numéros spéciaux du journal *Technique*

2. Opération PARAllèlisme de Donnée.

3. Opération Conception et Analyse des Algorithmes Parallèles.

4. International Association for Mathematics and Computers in Simulations.

5. Dans la première annonce de TRANSPUTER'94, je ne figure pas dans le comité scientifique ; j'y fut inclus en Octobre 1993 à la suite de l'invitation à organiser le mini-symposium sur le calcul massivement parallèle.

6. Ce symposium est le cinquième d'une série de conférence bi-annuelle. C'est l'une des rares conférences s'intéressant spécifiquement aux machines de 1000 processeurs ou plus. Ce fut aussi historiquement l'une des premières.

et Science Informatiques sur les langages à parallélisme de données (Volume 12, numéros 5 et 6) publiés en 1993 par Hermes.

Lecteur pour différentes conférences internationales et nationales (CONPAR, IMACS, IFIP, TRANSPUTER'94, Conférence INRIA, ...)

Jury de thèses

Analyse sémantique de langage de contrôle.
Thierry Codron, thèse de docteur-ingénieur de l'Institut du Nord (IDN) soutenue en septembre 1988.

Langages explicites à parallélisme de données.
Philippe Marquet, thèse de doctorat de l'Université de Lille I en informatique soutenue en février 1992.

Génération Systématique de Programmes Parallèles pour Architectures Massivement Parallèles
Mourad Raji-Werth, thèse de doctorat de l'Université Pierre et Marie Curie, Paris VI, en informatique soutenue le 17 novembre 1993.

Run Time Optimizations for Irregular Scientific Computation on Hierarchical Memory Machines
Harry Berryman, *Ph.D. in Computer Science*, YALE University, soutenue en novembre 1993[7].

Optimisation de méthodes de résolution itératives de grands systèmes linéaires creux sur machines massivement parallèles
Christine Weill-Duflos, thèse de doctorat de l'Université Pierre et Marie Curie, Paris VI, en informatique soutenue en février 1994. **Directeur de la thése.**

Algorithmes paralléles pour le calcul des exponentielles de matrices de grandes tailles
Roger Sidje, thèse de doctorat de l'Université Renne I en informatique soutenue le 7 juillet 1994. **Rapporteur de la thèse.**

Analyse statique et dynamique de la complexité des programmes scientifiques
Lei Zhou, thèse de doctorat en informatique de l'université Pierre et Marie Curie, Paris VI, préparée à l'École Nationale des Mines de Paris, soutenue le 14 septembre 1994. **Rapporteur de la thèse.**

Vers un environnement de manipulation de structures irrégulières pour machines parallèles SIMD/SPMD
Guy Edjlali, thèse de doctorat de l'université Pierre et Marie Curie, Paris VI, en informatique soutenue le 15 décembre 1994. **Directeur de la thèse.**

Programmation géométrique à parallélisme de données : modèle, langage et compilation
Dominique Lazure, thèse de doctorat de l'Université de Lille I en informatique, soutenue le 13 Janvier 1995. **Président de la thèse.**

Contribution à la distribution automatique des données pour machines massivement paralléles
Alexis Platonoff, thèse de doctorat en informatique de l'université Pierre et Marie

7. La soutenance de Ph.D. au département d'Informatique de l'Université YALE est faite avant la rédaction finale de la thèse et n'est pas publique ; le diplôme n'est délivré que quelques mois plus tard.

Curie, Paris VI, préparée à l'École Nationale des Mines de Paris et au Commisariat à l'Énergie Atomique, soutenue le 9 Mars 1995. **Rapporteur de la thèse.**

Machines parallèles et simulation de la propagation des ondes : caractérisation et optimisation de performances
Philippe Klein, thèse de doctorat de l'université Pierre et Marie Curie, Paris VI, en informatique, soutenue le 28 avril 1995. **Co-directeur de la thèse.**

Préconditionnements de systémes linéaires pour calculateur massivement paralléle (CM-2)
Olivier Perlot, thèse de doctorat de l'université Pierre et Marie Curie, Paris VI, en mathématiques appliquées ; soutenance à venir. **Rapporteur de la thèse.**

Animation scientifique du SEH

Conseils, cours, invitations de chercheurs, lettre d'information mensuelle, ...

Responsable et organisateur du voyage d'études du SEH aux USA en Novembre 1991 regroupant 10 chercheurs du CEA, du CNRS, de la DRET, de l'EDF et de l'IFP. Visites de constructeurs de machines parallèles (Thinking Machine Coorporation, Maspar, Kendall Square Research, Wavetracer, Cray Research, ...) et de plusieurs laboratoires de recherches américains (Los Alamos, Argone, UTRC, ...).

Co-organisateur des séminaires du SEH, avec R. Azencott, B. Beauzamy et Ph. Clermont.

Expert en Calcul Parallèle de la DRET pour l'organisation de collaborations dans ce domaine entre l'*US Army Research Office* (ARO) et la DRET ; en relation avec les responsables scientifiques de ces deux organismes.

Co-organisation des journées du SEH 1994.

Principales coopérations internationales

Invitations d'au moins une semaine dans des laboratoires de recherches hors de la France autre que YALE où je passe au moins 1 mois in situ par an depuis 1989 (Martin Schultz et al) comme *visiting research scientist*:

Mars 1992 (1 semaine)
: Institute for Mathematics and its Applications de l'Université du Minnesota, Minneapolis, MN, USA (Willard Miller).

Mars 1992 (1 semaine) et Novembre 1992 (2 semaines)
: Army High Performance Computing Research Center de l'Université du Minnesota, Minneapolis, MN (Youcef Saad).

Juillet 1993 (3 semaines)
: Research Unit in Advanced Computing, Department of Information and Computer Science, Université de Californie à Irvine, Irvine, CA (Isaac Scherson).

Avril 1994 (1 semaine)
: Department of Computer Science, University of Maryland at College Park, MD (Joel Saltz).

Principales Coopérations industrielles

Avec les partenaires actuels du SEH : CEA, DRET, EDF et IFP.

THOMSON-CSF, Laboratoire Central de Recherche. Création d'un groupe interdisciplinaire et inter-partenaire (ETCA/SEH-THOMSON/LCR) autour du calcul parallèle.

AÉROSPATIALE, Service Modélisation Analyses Mathématiques, Groupe Calcul Parallèle et Vectoriel.

Réunions de travail ou/et de conseils avec des chercheurs, ingénieurs ou responsables du calcul scientifique des sociétés suivantes : BERTIN, CNES, FRAMATOME, ONERA, MATRA, ...

Responsabilité de stages et thèses

Stage de DEA ou de fin d'études

Encadrement à 100 % ; sauf pour le stage de Guy Edjlali (10 %), celui de Stéphane Woillez (40 %) et celui de Xavier Chotteau (30%).

1989 YALE University, Département d'Informatique, New-Haven, CT, USA.
Encadrement de Frédéric Busson (École Normale Supérieure de Lyon).
Stage de deuxième année de magistère.
Sujet : *Écriture d'un code massivement parallèle sur la CM-2.*

1990 YALE University, Département d'Informatique, New-Haven, CT, USA.
Encadrement de Hazen Bouattour (Institut National des Télécommunications (INT) et Université Paris VI).
Stage de fin d'études de l'INT et stage de DEA en Systèmes Informatiques de Paris VI.
Sujet : *Quelle parallélisation automatique pour les machines massivement parallèles?*

1990 Site Expérimental en Hyperparallélisme, ETCA.
Encadrement de Christine Weill-Duflos (École Normale de Cachan et Paris XI).
Stage de DEA d'Analyse Numérique de l'Université Paris XI.
Sujet : *Méthode du gradient conjugué avec préconditionnement polynomial pour la résolution de systèmes creux sur la Connection Machine.*

1991 Site Expérimental en Hyperparallélisme, ETCA.
Encadrement de Guy Edjlali (Université Paris VI).
Stage de DEA Systèmes Informatiques de l'Université Paris VI.
Co-direction avec Pierre Leca de l'ONERA.
Sujet : *Évaluation de la bibliothèque PARTI avec la bibliothèque PICL*

1992 Site Expérimental en Hyperparallélisme, ETCA.
Encadrement d'Antoine Petitet (ETCA).
Stage pré-doctoral de 7 mois[8].
Sujet : *Résolution data parallèle de grands systèmes creux; étude des placements et des alignements de données.*

1993 Site Expérimental en Hyperparallélisme, ETCA.
Encadrement de Vincent Laubie (École des Ponts et Chaussées et Université Paris VI).
Stage de fin d'études et du DEA de Systèmes Informatiques.
Sujet : *Vers une programmation parallèle hétérogène : programmation en parallèle d'une CM-2 et d'une CM-200.*

1994 Laboratoire PRISM, Université de Versailles.
Encadrement de Marwan Khalil (Université Paris VI).
Stage de DEA Systèmes Informatiques de l'Université Paris VI.
Sujet : *Caractérisation des diverses formes de parallélisme liées à un algorithme pour environnement à plusieurs modèles d'exécutions.*

8. Antoine Petitet prépare maintenant un Ph.D. à l'Université du Tennessee, TN, USA, sous la direction de Jack Dongarra.

1994 Site Expérimental en Hyperparallélisme, ETCA.
Encadrement de Stéphane Woillez (Université Paris VI).
Stage de DEA Systèmes Informatiques de l'Université Paris VI.
Co-direction avec Michel Gazaix de l'ONERA.
Sujet : *Évaluation d'algorithmes massivement parallèles en aérodynamique numérique.*

1994 Site Expérimental en Hyperparallélisme, ETCA.
Encadrement de Xavier Chotteau (IUT de Velizy, Université de Versailles).
Stage de DUT en Informatique.
Co-direction avec Guy Edjlali de l'ETCA.
Sujet : *Travaux d'évaluation et de développement sur les Connection Machines CM-5 et CM-200.*

1995 Laboratoire d'Informatique Fondamentale de Lille (LIFL), Université de Lille I.
Encadrement de Guy Bergere.
Stage du DEA d'informatique de l'Université de Lille I.
Sujet : *Calculs hybrides sur ferme d'alpha et maspar interconnectés*

Responsable scientifique de thèse (Co-direction)

Thèses dont je fus, ou suis, co-directeur scientifique. Paul Feautrier fut l'autre co-directeur de Christine Weill-Duflot et de Philippe Klein. Claude Brezinski est le co-directeur de Essai Azeddine.

Encadrement à 99 %
Christine Weill-Duflos[9], LIFL, Université de Lille I.
Doctorat en Informatique de Université Paris VI.
Sujet : *Optimisation de méthodes de résolution itératives de grands systèmes linéaires creux sur machines massivement parallèles.*
Soutenue le 23 Février 1994.
Jury déposé : Claude Girault (Président), Jean-Luc Dekeyser et William Jalby (Rapporteurs), Paul Feautrier, Serge Petiton et Guy-René Perrin.

La thèse contient principalement une étude de la programmation data parallèle manipulant des matrices creuses. De nombreuses expérimentations ont été réalisées sur des machines massivement parallèles. De nouveaux préconditionnements ont été analysés en fonction des communications engendrées, du parallélisme et de l'aspect numériques. Une étude sur l'expression du parallélisme, à l'aide de plusieurs langages, pour les algorithmes manipulant des objets non structurés fut également menée.

Encadrement à 50 %
Philippe Klein[10], Institut Français du Pétrole.

9. Avant d'obtenir un poste d'ATER à l'Université de Lille I, Chrisitine Weill-Duflos était ANM au Conservatoire National des Arts et Métiers. Christine Weill-Duflos est Normalienne, agrégée en Mathématique. Christine Weill-Duflos possède également un DEA de mathématiques appliquées de l'Université Paris-sud. Christine Weill-Duflos a été inscrite sur les listes de qualification aux fonctions de maître de conférence des universités en mars 1994.

10. Philippe Klein est titulaire d'une bourse de thèse de l'Institut Français du Pétrole (IFP). Philippe Klein possède un diplôme d'ingénieur de l'INT ainsi que le DEA en Système Informatiques de l'Université Paris VI. Philippe Klein fut *visiting scientist* au département d'informatique de l'Université YALE pendant 16 mois.

Doctorat en Informatique de Université Paris VI.
Sujet : *Machines parallèles et simulation de la propagation des ondes : caractérisation et optimisation de performances*
Soutenance prévue le 9 Mai 1995.

La thèse porte sur la prévision et l'évolution du comportement d'un logiciel pour machines parallèles en fonction de certaines caractéristiques des machines et des algorithmes concernés. Ceux-ci sont évalués et étudiés sur plusieurs machines parallèles pour arriver à bien connaître leurs performances en fonction de critères architecturaux.

Encadrement à 50 %
Essai Azeddine[11], ANO, Université de Lille I.
Doctorat en Mathématiques Appliquées de l'Université de Lille I.
Sujet : *Preconditionnement polynomial du GMRES sur les machines paralleles*
Thèse commencée en septembre 1994.

Direction scientifique de thèse

Thèse dont je fus ou suis le directeur scientifique.

Guy Edjlali[12], Établissement Technique Central de l'Armement.
Doctorat en Informatique de Université Paris VI
Sujet: *Vers un environnement de manipulation de structures irrégulières pour machines parallèles SIMD/SPMD.*
Soutenue le 15 Décembre 1994.

La thèse porte sur les structures de données irrégulières et sur l'algorithmique pour les machines massivement parallèles. La programmation concurrente de plusieurs machines parallèles différentes est étudiée afin de répartir au mieux les calculs selon le type de parallélisme. L'étude des communications engendrées et des logiciels conduira à définir les bases d'une algorithmique utilisant plusieurs modèles de programmation parallèle.

Guillaume Alleon[13], Centre de Recherche Commun de l'Aérospatiale.
Doctorat d'Informatique de l'Université Paris VI.
Sujet : Résolution de problèmes electomagnétiques de grandes tailles sur ordinateurs massivement paralléles Thèse commencée en septembre 1994.

11. Essai Azzedine possède un DEA en Mathématiques Appliqués de l'Université de lille I.

12. Guy Edjlali est titulaire d'une bourse de thèse ETCA. Guy Edjlali possède le DEA en Systèmes Informatiques de l'Université Paris VI.

13. Guillaume Alleon est diplomé de l'École Nationale Supérieure de Mécanique et des Microtechniques de Besançon et possède un Mastère en Mécanique Aérospatiale de l'École Nationale Supérieure de l'Aéronautique et de l'Espace de Toulouse (SupAéro) ainsi qu'un DEA d'Opto Acousto Electronique et Mécanique des Structures de l'Université de Franche Conté. Il est ingénieur de recherche au centre commun de recherche de l'Aérospatiale à suresne (92). Guillaume a obtenu de son entreprise l'autorisation et le temps nécesaire pour préparer sa thése.

Liste des publications et communications

(période de 1991-1994)

Ouvrage collectif (Éditeur)

[OE1] Éditeur avec Pierre Leca.
Parallel Scientific Computing: From Solvers to Applications, Numéro spécial d'*Applied Numerical Mathematics Journal*, Vol. 12, No 5, Elsevier Science Publishers (1993).

Revues Scientifiques avec comité de lecture

[RS1] Joel Saltz, Serge Petiton, Harry Berryman, et Adam Rifkin. *Performance Effects of Irregular Communication Patterns on Massively Parallel Multiprocessors*, Journal of Parallel and Distributed Computing, Vol. 13, pp 202-212, Academic Press (1991).

[RS2] Serge Petiton. *Parallel Subspace Method for non-Hermitian Eigenproblems on the Connection Machine 2*, Applied Numerical Mathematics Journal, Vol. 10, pp 19-35, Elsevier Science Publishers (1992).

[RS3] Serge Petiton, Youcef Saad, Kesheng Wu, et William Ferng. *Basic Sparse Matrix Computations on the Connection Machine 5*, International Journal of Modern Physics C, Vol. 4, pp 65-83, World Scientific Publishing Compagny (1993).

[RS4] Serge Petiton. *Éléments pour une algèbre linéaire data parallèle*, Calculateur Parallèle, pp 97-103, Hermes (1995).

Contribution à ouvrage collectif

[OL1] Nahid Emad et Serge Petiton. *Numerical Behaviour of Iterative Arnoldi's Method for Sparse Eigenproblems on Massively Parallel Architectures* dans *Iterative Methods in Linear Algebra*, pp 441-444, North Holland, 1991.

[OL2] Serge Petiton et Christine Weill-Duflos. *Algèbre linéaire et architectures SIMD massivement parallèles*, dans *Algorithmique Parallèle*, collection *Études et Recherches en Informatique*, pp 103-115, Masson, 1992

Conférence internationale avec actes et comité de lecture

[CA1] Serge Petiton et Christine Weill-Duflos. *Very Sparse Preconditioned Conjugate Gradient on Massively Parallel Architectures*, actes du 13^{th} *World Congress on Computation and Applied Mathematics*, Dublin, Irlande, 1991.

[CA2] Serge Petiton et Christine Weill-Duflos. *Massively Parallel Preconditioners for the Sparse Conjugate Gradient Method*, dans les actes de la conférence CONPAR'92, Grenoble, Springer-Verlag, 1992.

[CA3] Youcef Saad, Kesheng Wu et Serge Petiton. *Sparse Matrix Computation on the CM5*, actes de la *Sixth SIAM Conference on Parallel Processing for Scientific Computing*, Norfolk, VA, USA, publiés dans *Parallel Processing for Scientific Computing*, Keyes et al. Editeurs, SIAM, 1993.

[CA4] William Ferng, Serge Petiton et Kesheng Wu. *Basic Sparse Matrix Computations on Massively Parallel Computers*, actes de la *Sixth SIAM Conference on Parallel Processing for Scientific Computing*, Norfolk, VA, USA, publiés dans *Parallel Processing for Scientific Computing*, Keyes et al. Editeurs, SIAM, 1993.

[CA5] Serge Petiton et Guy Edjlali. *Data Parallel Structures and Algorithms for Sparse Matrix Computation*, actes de la conférence *Parallel Computing 93*, Grenoble, publiés dans la collection *Advances in Parallel Computing* par North Holland, 1994.

[CA6] Serge Petiton. *Data Parallel Sparse Matrix Computation on the CM-2 and CM-5 for Iterative Methods*, actes de l'IFIP *International Conference on Applications in Parallel and Distributed Computing*, Caracas, Venezuela, publiés dans la série des Conférences WG 10.3 par l'IFIP, 1994.

[CA7] Guy Edjlali et Serge Petiton. *Hybrid Methods on Network of Heterogeneous Parallel Computers*, actes du 14^{th} *World Congress on Computation and Applied Mathematics*, Atlanta, USA, 1994.

Conférence avec comité de lecture et actes à diffusions restreintes

[CR1] Serge Petiton et Philippe Clermont. *Deux méthodes de programmation pour deux machines massivement parallèles*, troisièmes rencontres sur les algorithmes et architectures massivement parallèles, CIRM, Luminy, Octobre 1990.

[CR2] Serge Petiton et Christine Weill-Duflos. *Résolution de problèmes pour de très grandes matrices creuses sur la CM-2*, troisièmes rencontres sur les algorithmes et architectures massivement parallèles, CIRM, Luminy, Octobre 1990.

[CR3] Serge Petiton et Christine Weill-Duflos. *Sparse Polynomial Preconditioned Conjuguate Gradient on Massively Parallel Architectures*, dans les actes du second *International Conference on Industrial Applied Mathematic* (ICIAM'91), Washington DC, USA, Juillet 1991.

[CR4] Serge Petiton. *Conception et analyse de méthodes numériques hybrides pour architectures parallèles hétérogènes*, quatrièmes rencontres du parallélisme, LIFL, Lille, Mars 1992.

[CR5] Serge Petiton. *Hybrid Parallel Architectures to Solve Sparse Linear Algebra Problems*, SIAM 40^{th} Anniversary Meeting, Los Angeles, CA, USA, Juillet 1992.

[CR6] Serge Petiton, Christine Weill-Duflos et Antoine Petitet. *Gradient conjugué préconditionné et orthogonalisation de Gram-Schmidt sur la CM-5*, cinquièmes rencontres du parallélisme, Brest, Mai 1993.

[CR7] Serge Petiton. *Vers une méthodologie de programmation data-parallèle pour l'algèbre linéaire*, cinquièmes rencontres du parallélisme, Brest, Mai 1993.

[CR8] Serge Petiton, Antoine Petitet et Vincent Laubie. *Data Parallel GMRES on the CM - 5*, dans les actes de la conférence annuelle de la SIAM, Philadelphie, NJ, USA, Juillet 1993.

[CR9] Serge Petiton et Christine Weill-Duflos. *Sparse Preconditioned Conjugate Gradient Method on the CM-5*, dans les actes de la conférence annuelle de la SIAM, Philadelphie, NJ, USA, Juillet 1993.

[CR10] Serge Petiton, Guy Edjlali et Nahid Emad. *Hybrid Parallel Arnoldi(m,m') for Network of Heterogeneous Parallel Computers*, dans les actes de la conférence annuelle de la SIAM, San Diego, CA, USA, Juillet 1994.

Conférences et *Workshops* invités

[CI1] Serge Petiton. *Expériences de programmation sur la CM-5*, Journée nationale du PRC C^3, Opération *Parallélisme de donnée*, LIENS, École Normale Supérieure, Mars 1992.

[CI2] Serge Petiton. *Recherches en Algèbre linéaire Parallèle au SEH*, Journée nationale du PRC C^3, Opération *CAPA*, Laboratoire LaBRI, Université de Bordeaux I, 27 Mars 1992.

[CI3] Serge Petiton et Christine Weill-Duflos. *Algèbre linéaire et architectures SIMD massivement parallèles*[14], École de printemps du LITP, Les sables d'Or, Mai 1992.

[CI4] Serge Petiton, Youcef Saad, Kesheng Wu, et William Ferng. *Basic Sparse Matrix Computations on the Connection Machine 5*[15], Première conférence européenne des utilisateurs de Connection Machine, Université de Wuppertal, Allemagne, Juin 1993.

[CI5] Serge Petiton, Christine Weill-Duflos et Antoine Petitet. *Exemple de résolution de systèmes linéaires creux sur la CM-5*, Journées du SEH'93, Arcueil, Janvier 1993.

[CI6] Serge Petiton et Guy Edjlali. *Data Parallel Structures and algorithms for Sparse Matrix Computation*[16], publié dans les actes du troisième *Third Mons Workshop on Parallel Computing*, Mons, Belgique, Septembre 1993.

[CI7] Serge Petiton, Guy Edjlali et Vincent Laubie. *Krylov Subspace Methods on Multi Connection Machine Environment*, Seconde conférence européenne des utilisateurs de Connection Machine, Observatoire de Meudon, Meudon, Octobre 1993.

[CI8] Guy Edjlali, Nahid Emad et Serge Petiton. *Programmation concurrente de machines parallèles hètèrogénes pour la méthode d'Arnoldi*, Journées du SEH 94, ETCA, Arcueil, Janvier 1994.

Autres publications de revue

[AR1] Guy Edjlali, Vincent Laubie et Serge Petiton. *Échanges de données entre Connection Machines*, dans *Chroniques Hyperparallèles*, Mai 1993.

Séminaires et colloques

[S1] *Massively Parallel Dense or Sparse Matrix Computation; Examples on the CM-2*, Centre Européen de Recherche et de Formation Avancée en Calcul Scientifique, Toulouse, 28 Janvier 1991.

14. Contribution publiée par la suite, cf [OL3]
15. Contribution publiée par la suite, cf [RS3]
16. Il s'agit d'une version longue de [CA6] ; 22 versus 8 pages.

[S2] *Algèbre linéaire sur machines massivement parallèles*, séminaire hebdomadaire du MASI, Université Pierre et Marie Curie (Paris 6), 30 Mai 1991.

[S3] *Toward Hybrid Parallel Architectures to Solve Sparse Linear Algebra Problems*, Army High Performance Computing Research Center Colloquium, Université du Minnesota, Minneapolis, MN, USA. Exposé disponible en bande vidéo NTSC dans l'*AHPCRC Colloquium series, No V92-6*, 3 Mars 1992.

[S4] *Toward Hybrid Parallel Architectures to Solve Sparse Linear Algebra Problems*, séminaire de la société CRAY Research, Minneapolis, MN, USA, 5 Mars 1992.

[S5] *Efficient Computation with Large Sparse Unstructured Non-Hermitian Matrices on the CM-2*, Center for Nonlinear Studies, Los Alamos National Laboratory, Los Alamos, CA, USA, 18 Novembre 1992.

[S6] *Sparse Computation on Massively Parallel Architectures : example of the Arnoldi's projection on the CM-2*, Mathematics and Computer Science Division, Argone National Laboratory, Argone, IL, USA, 26 Novembre 1992.

[S7] *Hybrid Parallel Architectures to Solve Sparse Linear Algebra Problems*, Laboratory for Computer Science, MIT, Cambridge, MA, USA, 9 Mars 1992.

[S8] *Basic Sparse Matrix Computations on massively Parallel Computers*, séminaire du SEH, ETCA, 25 Juin 1992.

[S9] *Data Parallel Linear Methods and Irregular Data Structures on the CM-5*, Colloquium Information and Computer Science, Université de Californie à Irvine, Irvine, CA, USA, 2 Août 1993.

[S10] *Hybrid Methods on Network of Heterogeneous Parallel Computers*, Parallel Information Processing Laboratory, Faculté Polytechnique de Mons, Mons, Belgique, 24 Septembre 1993.

[S11] *Programmation concurente de machines paralleles hétérogènes*, Département d'Informatique, Université d'Orléans, Orléans, 31 Janvier 1994.

[S12] *Krylov Subspace Methods and Heterogeneous Parallel Environments*, Department of Computer Science, University of Maryland at College Park, MD, USA, 14 Avril 1994.

[S13] *Méthodes hybrides sur réseau de machines paralléles hétérogènes*, Séminaire Ident Modulef Menusin, INRIA, Rocquencourt, 9 Juin 1994.

Rapports de recherches

[RR1] Serge Petiton. *Du développement de logiciels numériques en environnements parallèles*[17], rapport MASI 91-27, Université Pierre et Marie Curie (Paris VI), 1991.

[RR2] Joel Saltz, Serge Petiton, Harry Berryman, et Adam Rifkin. *Performance Effects of Irregular Communication Patterns on Massively Parallel Multiprocessors*[18], rapport ICASE 91-12, NASA Langley Research Center, 1991.

17. Publication de ma thèse de doctorat soutenue le 22 Décembre 1988.

18. Ce rapport fut ensuite publié dans une revue, cf [RS1], après re-lecture anonyme. Une version légèrement modifiée fut aussi publiée comme rapport MASI (91-37).

[RR3] Serge Petiton. *Parallel Subspace Method for non-Hermitian Eigenproblems on the Connection Machine 2*[19], rapport YALE 859, Département d'Informatique, Université de YALE, New-Haven, CT, USA, 1990.

[RR4] Serge Petiton et al (10 auteurs) *Quelles architectures pour le Téraflop*, rapport interne SEH suite au voyage d'études SEH'91, 1992.

[RR5] William Ferng, Kesheng Wu, Serge Petiton et Youcef Saad. *Basic Sparse Matrix Computation on Massively Parallel Computers*, rapport 92-084 de l'*Army High Performance Computing Research Center*, Université de Minneapolis, Minneapolis, MN, USA, 1992.

[RR6] Serge Petiton. *Data Parallel Sparse Matrix Computation on CM-2 and CM-5 for Iterative Methods*[20], rapport 93-103 de l'*Army High Performance Computing Research Center*, Université de Minneapolis, Minneapolis, MN, USA, 1993.

Rapports liés à des contrats de recherches

[RT1] Serge Petiton. *Travaux d'analyse numérique sur la Connection Machine 2*, rapport technique final lié au contrat ETCA-DRET 90/20330, Février 1991.

[RT2] Serge Petiton. *Travaux de recherches en analyse numérique sur calculateurs hyperparallèles*, rapport technique final lié au contrat ETCA-DRET 91/20357, Octobre 1991.

[RT3] Oeuvre collective (10 auteurs). *Actions et Réalisations du Site Expérimental en Hyperparallélisme*, préface de Robert Dautray de l'Académie des Sciences, 74 pages, Janvier 1995.

[RT4] Oeuvre collective (11 auteurs) sous la responsablilté de Luc Bougè. *ParaDigme, le parallélisme de données comme modèle fondamental pour le calcul massivement paralléle*, rapport final lié au contrat ParaDigme du Ministére de la Recherche et de l'Espace.

Autre conférence

[AP1] Serge Petiton. *Quels calculateurs pour les grands problèmes scientifiques*, Forum CONVERGENCE 94, Université Pierre et Marie Curie (Paris VI), 15 Mars 1994.

19. Ce rapport fut ensuite publié dans une revue, cf [RS2], après re-lecture anonyme.
20. Ce rapport fut ensuite publié dans les actes du W.G. 10.3 de l'*International Conference on Applications in Parallel and Distributed Computing*, cf [CA7].

MON POSTE AU SITE EXPÉRIMENTAL

EN HYPERPARALLÉLISME

(Janvier 1990-Septembre 1994)

Serge PETITON

Ce document à comme objectif d'introduire le SEH et le poste que j'y ai occupé pendant près de cinq ans (et donc pendant la période concernée 1991-1994).

Le SEH ; objectifs et historique

Afin d'explorer toutes les applications possibles des machines massivement parallèles, d'étudier les techniques spécifiques à l'hyperparallélisme et d'en faire bénéficier la communauté scientifique et industrielle, la DRET a conclu en 1989 une convention avec le CNRS, le CEA, l'EDF et l'IFP, pour l'acquisition d'une Connection Machine (CM) et l'organisation de son Site d'implantation. Celui-ci, le Site Expérimental en Hyperparallélisme (SEH), fut un centre de compétence multipartenaire et pluridisciplinaire, qui a pratiqué une recherche essentiellement ouverte avec animation scientifique, documentation, séminaires... où des utilisateurs industriels ont été impliqués dès le début des études. Le SEH a eu pour vocation d'acquérir la maîtrise des technologies à mettre en œuvre dans les machines massivement parallèles. Un conseil scientifique indépendant, présidé par le professeur R. Dautray, fut garant de la qualité des travaux effectués. Le SEH s'est autodissous en décembre 1994 sur un constat de succès. Les partenaires ayant acquis les compétences désirées en parallélisme, ils ont désormais leur propre politique en le domaine et ont tous constitué des équipes interdisciplinaires en calcul parallèle scientifique. Remarquons que le SEH a été le premier site hors des États-Unis a posséder une Connection Machine 2 (CM2). Une seconde CM est arrivée en 1991, possédant une arithmétique 64 bits alors que la première en possédait une de 32 bits.
Cette dernière machine fut transformée en CM-200 en 1993, alors que la CM-2 était remplacée par une CM-5 à 32 processeurs. Le Site était connecté au réseau RENATAIR et a participé à divers regroupements dans le domaine du calcul parallèle.
Le SEH disposait d'une petite équipe pour assurer le fonctionnement du Site et l'animation scientifique. Les autres participants provenaient des équipes d'ingénieurs et de chercheurs des partenaires. Ceux-ci travaillaient pour une durée plus ou moins longue avec le SEH. On a compté plus d'une centaine d'utilisateurs du Site. L'équipe d'animation assurait également un lien avec les autres intervenants dans le domaine du parallélisme. Des contacts existaient avec d'autres centres possédant des machines parallèles. Ceci a permis d'échanger des temps de calcul sur différents types de machines. Enfin, le SEH a joué un rôle dans la formation aux nouvelles technologies du parallélisme. Une dizaine de thésard ont travaillé en collaboration avec des chercheurs du SEH; ceux-ci intervenant dans l'enseignement de nombreux cours en université ou en école d'ingénieurs.

L'animation scientifique du SEH

Le but de l'équipe d'animation scientifique du SEH fut de créer un environnement propice à une utilisation efficace des moyens, qu'il s'agisse des moyens propres du SEH ou d'accès à des moyens distants appartenant à d'autres organismes. Plus concrètement, les objectifs de l'animation scientifique du SEH ont été de :

– accélérer, par une démarche volontaire, la diffusion des techniques de calcul sur machines massivement parallèles chez les partenaires du SEH,

– favoriser, ou en cas de besoin susciter, les échanges entre partenaires pour permettre une fertilisation croisée de compétences et d'expériences acquises,

– favoriser de même les échanges avec les chercheurs extérieurs,

– constituer une interface et un lien entre le Comité Scientifique et les utilisateurs du Site.

Le dernier, et le plus ambitieux, des objectifs fixés à l'équipe d'animation scientifique fut de faire du SEH, tant par sa qualité des résultats obtenus que par la compétence de l'équipe un centre d'Excellence en calcul parallèle reconnu par tous.

Mon poste au SEH

En plus de mes recherches propres et de l'encadrement de jeunes chercheurs préparant des doctorats d'université, mon activité au SEH fut composée par du conseil scientifique et de l'animation scientifique dans le cadre de celle détaillée ci-haut. La moitié de mon temps étant au minimum consacré à mes recherches.
Mon recrutement fut directement fait par le Comité Directeur du SEH en 1989, composé de représentant des partenaires du SEH. Mon activité de conseil a ciblé les utilisateurs du Site. Ce conseil a concerné principalement l'algorithmique parallèle, le choix du langage et des logiciels optimisant les communications. Mon activité d'animation scientifique s'est traduit, par exemple, par l'organisation de voyage d'études aux USA, de conférence, de séminaire, d'invitation de chercheurs étrangers, par la diffusion d'informations sur le parallélisme par divers moyens.
Mes activités administratives liées à l'animation scientifique du SEH ainsi que mes recherches et les encadrements réalisés au SEH sont listés dans la notice jointe.

QUELQUES MOTS SUR MES RECHERCHES

Serge PETITON

Mon objectif général de recherche est la méthodologie de programmation des machines parallèles permettant de résoudre les plus grandes et plus difficiles applications scientifiques actuelles. Les machines permettant ces calculs sont nouvelles et souvent encore instables. Leur programmation est mal maîtrisée, surtout lorsque les structures de données sont irrégulières.
Le calcul parallèle scientifique nécessite une recherche interdisciplinaire à la croisée de plusieurs domaines classiques. On peut citer par exemple les domaines suivants :

architectures des superordinateurs et des réseaux d'interconnexion,

analyse numérique et élaboration d'algorithmes,

développement d'environnements de programmation et d'outils logiciels.

Mais de nombreux autres domaines de recherche peuvent être sollicités. Une recherche de méthodologie de programmation parallèle pour le calcul scientifique demande donc une étude interdisciplinaire de haut niveau. Dans chacun des domaines les problèmes posés par ce défi sont souvent du niveau de la recherche.
Les domaines d'applications sont nombreux. Les plus classiques sont bien connus : mécanique des fluides, vibrations de structures, traitement d'image et plus généralement la simulation de phénomènes physiques, mécaniques ou chimiques. Depuis quelques années d'autres domaines aussi variés que la climatologie, les bases de donnée ou la génétique (programme Génome en particulier) utilisent des architectures parallèles pour avoir des gains importants. D'autres travaux ont été réalisés sur des machines parallèles pour simuler des architectures, des systèmes ou des réseaux complexes. Dans un avenir proche, la réalité virtuelle, la décision multicritère et bien d'autres applications devront être développées dans de tels environnements. La parallélisation automatique elle-même et le calcul formel utiliseront des ressources de calcul de ce type pour à la fois aller plus vite mais surtout plus loin dans leurs recherches. Avant la fin de ce siècle, la mécanique des fluides et les applications classiques actuelles ne seront plus les principaux utilisateurs de telles machines. Quelles seront les capacités en mémoire et en débit des futures machines? Fujitsu annonce déjà pour 1996 une puissance de 2 Milliards d'opérations sur 64 bits et 256 Millions d'octet sur le bureau! Une chose par contre est certaine, la nécessité de maîtriser la programmation de ces machines et d'enseigner au plus grand nombre leurs programmations. Si certaines avancées significatives ont été faites ces dernières années dans ce domaine, nous sommes encore loin de proposer des modèles de programmation et des méthodologies stables pour bien exploiter ces machines. C'est dans cette perspective que mes recherches sont menées.
J'ai rapidement constaté qu'il ne se dégage pas un modèle de programmation unique. La parallélisation d'une application réelle passe par l'utilisation de plusieurs modes de programmation parallèle.
Il ne s'agit donc pas de trouver une seule méthodologie de programmation parallèle pour le calcul scientifique liée à un seul modèle. On doit tendre vers une méthodologie *globale* qui intégrerait plusieurs modèles et serait capable d'en combiner plusieurs lorsque nécessaire.

Calcul massivement parallèle

Mes premiers résultats sur une Connection Machine, la CM2, concernaient la méthode QR. J'ai rapidement remarqué que celle-ci se parallélisme bien dans la mesure où le nombre d'opérations

à effectuer en parallèle est en $\mathcal{O}(n)$, où n est la taille du problème. Néanmoins, les performances sont très mauvaises en terme de débit, i.e. en millions d'opérations flottantes par seconde (Mflops). La principale raison est le faible nombre de processeurs actifs à un moment donné.
J'ai bien mis en évidence le lien entre le placement, la taille des données et le meilleur algorithme numérique parallèle, pour résoudre un problème posé. Ceci est tout l'art de la programmation de ces machines.
Mes travaux m'ont permis de confirmer les performances potentielles que peuvent atteindre certains algorithmes data parallèles. Le rendement d'un algorithme data parallèle performant est constant. D'autres, comme les méthodes de Gauss-Jordan ou la factorisation QR, ont un rendement lié à la taille des matrices et au nombre de processeurs physiques. J'ai qualifié ces algorithmes data parallèles de `semi-data-parallèles`. D'autre part, j'ai déjà montré qu'il existe aussi des algorithmes `non-data-parallèles`, dans le sens où ils ont de très mauvaises performances sur toutes les machines utilisant le modèle de programmation data parallèle.
Comment définit-on qu'un algorithme est un `bon` algorithme data parallèle. Peut-on comparer de tels algorithmes? L'efficacité est-elle alors garantie? Il faut pouvoir répondre à ces questions si on veut proposer des règles de programmation pour ces machines. J'ai introduit, sous certaines hypothèses, des paramètres permettant d'évaluer ces algorithmes. Néanmoins, je précise bien qu'il ne s'agit pas de définir un modèle théorique mais d'agréger divers critères de programmation basés sur l'expérience pour proposer à l'utilisateur quelques repères et les bases d'une future méthodologie cohérente.

Calcul data parallèle et structures de données irrégulières

Calculer rapidement la solution de problèmes manipulant des structures de données irrégulières à l'aide de machines massivement parallèles est un objectif majeur pour le futur de ces machines dans le domaine du calcul scientifique. Les structures de données sont souvent des matrices ou des graphes de connectivité provenant de maillages.
Actuellement, les structures de données irrégulières sont placées régulièrement après une étude parfois complexe de l'utilisateur. Ceux-ci décomposent le calcul en phases régulières et en communications générales très irrégulières. La seule syntaxe et sémantique possible est donc celle des langages ne pouvant manipuler que des objets parallèles réguliers. Les communications peuvent parfois être optimisées à l'aide d'outils de compilation des communications (cas de la CM2) ou d'outils d'optimisation des boucles avec indirections (cas de PARTI développé à la NASA).
La connaissance de la structure de la transposée de la matrice est souvent importante en algèbre linéaire. Il est donc nécessaire de stocker assez d'informations par processeur virtuel pour ne pas avoir à effectuer des communications pour retrouver ces éléments.
Dans ce cadre, j'ai introduit un format général (*Sparse General Pattern* (SGP)) pour matrices creuses sur machines à modèle de programmation data parallèle dès 1990 et j'ai été le premier, en collaboration avec des chercheurs de la NASA, à utiliser un compilateur de communication pour des calculs sur matrices creuses. J'ai proposé ce format comme celui de base du noyau d'une bibliothèque pour l'algèbre linéaire data parallèle pour matrices creuses.
Dans le cas des méthodes itératives, lorsque les structures de données sont irrégulières (i.e. les matrices sont creuses) seule une multiplication matrice-vecteur est concernée. Cet élément de base de l'algèbre linéaire matricielle qu'est la multiplication d'une matrice creuse par un vecteur est donc souvent pris comme exemple typique pour les calculs sur matrices creuses.
Les performances observées sur les CM-2 et CM-5 dépendent des patrons (*patterns*) des matrices creuses et des taux de remplissage. Sur la CM-2, la distance des éléments non-nuls à la

diagonale est très importante alors que c'est le nombre de messages envoyés qui est primordial sur la CM-5.
Mes travaux dans ce domaine, en collaboration avec des chercheurs de la NASA, ont été les premiers a montrer que le parallélisme massif n'est pas contradictoire avec le calcul creux comme on le pensait auparavant.
Les langages mettant en œuvre ce modèle de programmation proposent des structures de données régulières sur lesquelles sont effectuées des opérations parallèles. Ce choix est essentiellement dû à la structure même des systèmes de communication de ces machines et aux raisons historiques ayant longtemps confondu le modèle de programmation avec le modèle d'execution (alors SIMD et donc fortement synchronisé).
Afin de permettre une utilisation plus générale des machines massivement parallèles, il est donc nécessaire de pouvoir manipuler facilement des structures de données plus complexes (listes, arbres, graphes, matrices creuses, maillages,...) dans les futures générations de langage. C'est l'objet d'études que j'ai menées avec Christine Weill-Duflos, dont j'ai encadré la thèse, dans le cadre du consortium PARADIGME du MESR.
Les matrices creuses considérées en général ont approximativement le même nombre d'éléments non nuls par ligne et par colonne. J'ai étudié le cas où ce nombre peut varier beaucoup d'une colonne (resp. ligne) à l'autre. Il convient alors de re-découper les colonnes ou les lignes et d'ajouter une troisième phase de calcul data parallèle. Une comparaison de plusieurs patrons (SGP, S^2 et S^3) et algorithmes data parallèles en fonction du taux de remplissage des matrices, a permis d'obtenir plusieurs résultats et de conclure qu'il existe souvent une découpe optimale pour une matrice et une machine données.
Les résultats obtenus pour le gradient conjugué préconditionné, la méthodes d'Arnoldi et d'autres méthodes itératives font apparaître à nouveau l'influence de la distance des coefficients par rapport à la diagonale principale de la matrice pour la CM-2 et l'importance du nombre de messages échangés pour la CM-5. J'ai également montré le lien qu'il existe parfois entre certains paramètres numériques et le parallélisme. Le choix entre avoir beaucoup d'itérations performantes ou peu d'itérations lentes n'est pas encore bien maîtrisé.

Projet de recherche

Méthodes hybrides sur réseaux de machines parallèles hétérogènes

L'architecture des machines parallèles s'oriente vers des machines hétérogènes, en particulier vectorielles et massivement parallèles. La puissance énorme possible grâce aux architectures massivement parallèles ne pouvant être toujours utilisée dans toutes les parties d'un algorithme numérique, il est souhaitable de disposer d'une autre ressource de calcul rapide pouvant traiter les parties vectorielles et scalaires.
La résolution de nombreux problèmes actuels impose l'utilisation de plusieurs algorithmes numériques classiques (méthodes hybrides par exemple). Le codage des divers algorithmes pour une machine cible génère des goulots d'étranglement résultant de l'inadéquation entre certaines parties de l'algorithme et les modèles de programmation choisis. La complexité et le type de méthodes numériques utilisées liés à une application requiert l'utilisation de plusieurs modèles de programmation et/ou d'execution. La programmation parallèle s'oriente donc aussi vers une solution multi-machines. Le but n'est plus uniquement d'utiliser plusieurs machines en parallèle pour avoir une accélération mais d'utiliser au mieux un réseau de machines parallèles hétérogènes pour y développer des méthodes hybrides. Cela peut aussi être des méthodes hybrides basées sur plusieurs versions d'une même méthode itérative lancées sur des machines différentes avec des données initiales différentes.

Mes recherches futures vont dans cette direction : quels algorithmes sur les architectures parallèles hétérogènes et les réseaux de machines parallèles hétérogènes; avec des structures de données régulières ou irrégulières.
On doit donc à la fois synchroniser les tâches et échanger des données entre les diverses ressources de calcul. Des logiciels tel que Linda, PVM ou P4 se proposent pour ce travail. Néanmoins, la synchronisation peut être faite par des logiciels différents de ceux utilisés pour les échanges de données. C'est une des premières conclusions à laquelle je suis arrivé après des expériences. J'ai aussi observé que les données doivent être échangées en parallèle entre machines sans perdre leur caractère distribué si on veut obtenir des temps de communications raisonnables. Il est alors possible de changer *au vol* le placement de ces données entre les géométries virtuelles d'arrivée et de départ (transposition par exemple).
Les environnements utilisés seront donc de type MIMD à très gros grain. Chaque tâche sera exécutée sur une machine proposant un modèle de programmation adéquat. Celles ci pouvant parfois être sur des sites éloignés géographiquement pour peu qu'elles soient connectées entre elles par un réseau suffisamment rapide comparé aux temps des tâches. Chaque machine pouvant souvent proposer plusieurs modèles de programmation exclusivement ou non, l'ordonnancement global sera assez complexe. Un langage de type LCX pouvant donner en attribut à chaque tâche le modèle de parallélisme souhaité est à introduire prochainement. Chaque tâche encapsulée pouvant être écrite dans le langage le plus portable pour le modèle de programmation concerné.
Les chercheurs du laboratoire de Los Alamos ont déjà inter-connecté un CRAY 2 et une CM2 de 64K processeurs alors que ceux de l'Army High Performance Computing Research Center ont travaillé avec un CRAY 2 et une CM-5 de 512 Processeurs pour résoudre une et une seule application. J'ai aussi déjà travaillé au SEH sur les échanges de données entre une CM200 et une CM-5 dans le même but.

Projet de recherche au LIFL

Depuis mon arrivée à Lille, j'ai continué mes recherches présentées ci-haut. En particulier, je développe en ce moment les idées présentées comme perspectives de recherche au paragraphe précédent. Mon objectif est aussi de créer une équipe interdisciplinaire virtuelle, i.e. sans constitution administrative réelle, en calcul scientifique parallèle. J'organise une première réunion le 6 avril avec des participants numériciens, informaticiens et venant de domaine d'applications divers. Des participants sont attendus de plusieurs universités de la région Nord. Parallèlement à cet effort, je suis en train de constituer une équipe sur Lille dans cet esprit. Je co-encadre un thésard avec un Professeur du département de mathématiques appliquées et un étudiant actuellement en DEA doit commencer une thèse en informatique sous ma direction en septembre prochain. Je garde par ailleurs mes contacts industriels (j'encadre toujours un doctorant à l'Aérospatiale et je participe à de nombreuses réunions dans l'industrie) et mes relations internationales (en particulier avec l'Université de Yale où j'ai été étudiant post-doctoral et avec l'Université du Maryland à College Park où un de mes étudiants est chercheur pour deux ans dans le cadre de mes relations avec cette université.