

### Editorial

Ce numéro thématique de la revue *Calculateurs Parallèles Réseaux et Systèmes Répartis* présente les articles soumis à l'issue du Colloque "Méthodes de Décomposition de Domaines Itératives et Communications en Calcul Parallèle" qui s'est tenu dans le cadre des Journées Numériques de Besançon du 23 au 25 Septembre 1997 au Ballon d'Alsace et qui était organisé par J.C. Miellou, J. Bahi, et J.M. Crollet.

Les méthodes de décomposition de domaine itératives et leur mise en œuvre en parallèle sont actuellement un domaine de recherche très actif aussi bien en ce qui concerne les aspects théoriques qui relèvent de l'Analyse numérique ou de l'Informatique que vis à vis de leur application à des problèmes industriels.

Les articles figurant dans le présent numéro traitent des différents thèmes liés aux méthodes de décomposition de domaine et à leur parallélisation en mettant l'accent sur l'importance du couplage entre les calculs et les échanges de données.

L'article de A. Radid, M. Laaraj, et J.-C. Miellou propose une technique de regroupement des échanges de données entre processeurs pour la parallélisation d'itérations explicites dans le cas où les communications sont coûteuses. Les auteurs s'appuient pour cela sur une décomposition en sous-domaines avec recouvrement.

F. Magoules, F. X. Roux et A. de la Bourdonnaye présentent une méthode robuste de décomposition de domaine pour des problèmes hyperboliques qui utilise une méthode directe pour des problèmes locaux et une méthode de Krylov pour des problèmes condensés sur l'interface.

L'article de A. Bounaim expose une méthode de décomposition de domaine sans recouvrement qui est appliquée à un problème de contrôle optimal régi par une équation aux dérivées partielles elliptique.

Des algorithmes pour la résolution des équations de Navier-Stokes par décomposition de domaine et leur parallélisation ainsi que les stratégies d'équilibrage des tâches sont étudiés dans l'article d'Y. Achdou et C. Prudhomme.

L'article de L. Fournier, G. Carré, et S. Lanteri évalue une stratégie de parallélisation de l'algorithme multigrille multiplicatif combinant des techniques de partitionnement de maillage et un modèle de programmation par transfert de message pour des problèmes d'écoulement stationnaire de fluides compressibles.

M. Daydé, J. Décamps, et N. Gould considèrent des techniques d'étirement de matrices et la résolution de systèmes creux par la méthode du complément de Schur qui présente un potentiel de parallélisme.

L'article de X. Juvigny et J. Ryan expose deux familles de préconditionneurs par blocs qui présentent un bon taux de parallélisation et sont adaptés à l'approche duale des méthodes de décomposition de domaine.

L'article de F. Le Gall et C. Calmettes traite de la combinaison de techniques de réduction d'état et de la méthode itérative d'Arnoldi pour la détermination de la distribution stationnaire des probabilités dans un processus de naissance mort par bloc généralisé et de sa mise en œuvre sur machine Paragon.

Les trois articles suivants traitent de la possibilité d'utiliser des schémas itératifs parallèles asynchrones permettant des communications plus souples qui peuvent être relatives à la valeur courante des composantes du vecteur itéré et qui peuvent donc correspondre à des itérés partiels.

A. Frommer et D. Szyld proposent plusieurs modèles mathématiques et algorithmiques pour des itérations asynchrones présentant différents degrés de flexibilité dans le cadre de l'utilisation de méthodes de multi-décomposition à deux niveaux pour la résolution de systèmes linéaires.

L'article de R. Guivarch et P. Spitéri présente des mises en œuvre originales asynchrones avec ou sans communication flexible de méthodes de sous-domaines sur machine à mémoire distribuée au moyen de PVM et MPI. Ces méthodes sont appliquées à la résolution de l'équation de Navier-Stokes dans le cas du problème test de la cavité entraînée.

M. Jarraya, D. El Baz, et D. Gazen proposent des mises en œuvre de schémas itératifs asynchrones avec communication flexible sur des types d'architecture parallèle très variés : un supercalculateur à mémoire distribuée Cray T3E, une machine de type SMP Sparc 20, et un réseau de stations de travail. Des résultats expérimentaux sont présentés et analysés.

L'article de K. Rhofir, F. Spies, et J.-C. Miellou propose une méthode asynchrone appliquée à une nouvelle variante de la transformation de point fixe de Durand Kerner efficace pour la recherche de racines de module strictement supérieur à un d'un polynôme complexe de degré élevé.

Enfin l'article de K. Rhofir, M. El Kyal, J. Bahi, et J.-C. Miellou présente une méthode asynchrone de relaxation d'onde de type multi sous-domaines pour des systèmes différentiels algébriques.

A l'image du Colloque dont il rend compte, ce numéro thématique présente la particularité de rassembler des méthodes itératives de sous-domaines relevant de points de vue assez différents, notons entre autre :

- i) des méthodes de sous-domaines sans recouvrement associées à des techniques de préconditionnement et d'espaces de Krylov (incluant la méthode du gradient conjugué) et des méthodes multigrilles.

- ii) des méthodes asynchrones relevant de la décomposition en sous-domaines avec recouvrement.

A la fin du Colloque, une Table Ronde a permis l'expression de l'opinion de chacun dans une ambiance amicale et a été l'occasion de souligner que :

- les méthodes de sous-domaines sans recouvrement s'inscrivent conjointement avec les méthodes multiniveaux, dans l'une des voies majeures du développement de l'al-

gorithmique scientifique parallèle. Les propriétés de convergence de ces méthodes ne sont pas trop affectées, par exemple, par le mauvais conditionnement des problèmes à résoudre, ni par la taille des sous-domaines.

- Quant aux itérations asynchrones, qui contrairement aux méthodes évoquées précédemment ne requièrent pas de synchronisation entre les processeurs à chaque itération, elles possèdent la bonne propriété de pallier dans une certaine mesure les défauts d'équilibrage de charge. Les problèmes posés par la terminaison de ce type de méthode itérative parallèle ont été évoqués lors de la discussion. De plus, l'intérêt de cette approche est reconnu pour certaines grandes classes de méthodes comme par exemple les méthodes de relaxation d'onde en simulation de circuits électroniques ou les méthodes duales de résolution de problèmes de flots dans les réseaux en optimisation. En ce qui concerne plus spécifiquement les techniques de sous-domaines en relation avec les E.D.P. elles constituent alors des formes de parallélisation de la plus classique d'entre elles : la méthode alternée de Schwarz originelle.

Enfin, la discussion a débouché sur la définition de problèmes types ou une comparaison plus approfondie des deux approches citées précédemment ne manquerait pas d'intérêt ; il s'agit en l'occurrence : de problèmes pseudo stationnaires, elliptiques, linéaires du second ordre issus de schémas implicites de discrétisation en temps, de problèmes de diffusion, ou de convection-diffusion avec conditions de Dirichlet majoritaires. De tels problèmes se rencontrent également en tant que sous-problèmes auxiliaires en mécanique des fluides (calcul des vitesses dans le système de Navier-Stokes). Dans ce dernier cas, ces problèmes sont parfois de très grande taille et doivent être résolus en très grand nombre. S'ils ne sont pas nécessairement mal conditionnés, ils sont donc grands consommateurs de temps de calcul. Une telle comparaison pourrait prendre en compte aussi bien les aspects vitesse de convergence, les coûts (ou absence de coût) de synchronisation, les temps de restitution, en fonction des paramètres du problème (selon la valeur du coefficient de diffusion, de celui de viscosité, ou du pas de discrétisation en temps) et du nombre de processeurs.

Didier EL BAZ  
LAAS du CNRS

Jean-Claude Miellou  
LCS

Olivier Pironneau  
Université Paris VI