

Séminaire Aristote "Quelles architectures pour les simulations de demain?"

5 février 2015 Ecole Polytechnique (Palaiseau)

Algorithmes parallèles pour la dynamique rapide adaptés aux architectures modernes : contraintes spécifiques et choix stratégiques

Vincent Faucher (CEA/DEN/DM2S)

On se place dans le cadre de la simulation de transitoires rapides par une approche explicite en temps et en présence de couplages multiples (interaction fluide-structure, contacts...).

La particularité d'un solveur explicite est qu'il ne repose pas sur la résolution d'un système global (linéaire ou non-linéaire), si bien que l'algorithme résultant se présente plutôt comme une collection de tâches distinctes : calcul sur les cellules pour identifier des forces ou des flux, détection géométrique des entités couplées, calcul spécifique des réactions aux couplages... Ces tâches peuvent être indépendantes ou liées entre elles en fonction de choix faits par le modélisateur, garant de la qualité de la solution pour le problème physique considéré.

Il en résulte un cheminement particulier pour tirer parti des supercalculateurs actuels et encore plus pour les machines à venir. Il est indispensable de combiner les approches (mémoire distribuée, mémoire partagée, accélérateurs) pour mobiliser de grands nombres d'unité de calcul en s'affranchissant des limites d'extensibilité propres à chaque approche envisagée séparément pour des problèmes fortement couplés. Le recours à des bibliothèques génériques pour bénéficier de l'effort collectif de la communauté du calcul haute performance est malheureusement limité en raison de la prédominance des méthodes numériques particulières par rapport à des étapes de résolution courantes. Au contraire, l'utilisation aussi souvent que possible d'un *runtime* assurant l'équilibrage dynamique de la charge dans des configurations matérielles de plus en plus exigeantes et intégrant la complexité algorithmique introduite précédemment est privilégiée.

La présentation s'appuie sur les travaux réalisés dans le code EUROPLEXUS (<http://www-epx.cea.fr>). Ils reposent d'une part sur une approche à mémoire distribuée avec un schéma de communication spécifique essayant de préserver l'extensibilité malgré les couplages intermittents pouvant survenir entre les processus. D'autre part, une approche à mémoire partagée à plusieurs niveaux via la bibliothèque KAAPI (INRIA, <http://kaapi.gforge.inria.fr/>) est mise en œuvre à l'intérieur des processus, adaptée à la structure des nœuds des supercalculateurs, composés de multiples processeurs, chacun multi-cœurs, avec leurs propres caractéristiques d'accès à la mémoire, et éventuellement accompagnés d'accélérateurs (Intel Xeon Phi notamment).