

# FastMMLib : bibliothèque générique de méthodes multipôles rapides

Éric DARRIGRAND, Université de Rennes 1

Yvon LAFRANCHE, Université de Rennes 1

Les méthodes multipôles rapides (FMM) ont été introduites dans les années 80 et sont largement utilisées pour la résolution d'équations intégrales ou du problème à N corps (ex. [2, 4]). Cependant leur application à un nouveau contexte ou une nouvelle configuration nécessite systématiquement un travail d'adaptation important. De nombreux outils numériques (codes spécifiques ou bibliothèques, ex. [3]) existent mais n'offrent pas un cadre générique d'utilisation. A l'IRMAR, nous développons une bibliothèque générique de méthodes multipôles rapides pour un usage académique adaptable à un vaste choix d'applications. La bibliothèque est développée sur la base d'une expression générique du noyau qui fait l'objet du calcul. Par ailleurs, l'interaction avec l'utilisateur s'organise de sorte que la bibliothèque gère exclusivement et intégralement les ingrédients FMM. Ceci induit d'une part que l'utilisateur n'a pas besoin d'une connaissance avancée de la FMM et d'autre part qu'il garde le contrôle sur tous les autres aspects du contexte d'utilisation (ex. : choix des équations, discrétisation éléments-finis ou configuration particulière, gestion des intégrales singulières, ...). La bibliothèque est écrite en C++ et contient des classes dédiées à l'expression des spécificités du problème de l'utilisateur. Notamment, nous présenterons en détail la classe `Particule` qui précise le contexte du problème : la distribution des éléments géométriques (degrés de liberté éléments finis ou particules) dans les boîtes FMM, et l'opérateur de calcul des moments locaux ou lointains issus du développement FMM qui impliquent notamment le contexte éléments finis le cas échéant.

La bibliothèque est développée de sorte à être compatible avec un code utilisateur écrit en C, en C++ ou en Fortran. Elle est actuellement validée pour le noyau de Helmholtz, pour la FMM à un niveau. La version multiniveaux est en cours de développement. L'aspect générique et la structure de FastMMLib sont définis de sorte qu'elle intégrera aussi des versions avancées des méthodes rapides, telles que la FMM régularisée [1], ou des développements multipôles indépendants du noyau [5].

## Références

- [1] Philippe Chartier, Eric Darrigrand and Erwan Faou, A regular fast multipole method for geometric numerical integrations of Hamiltonian systems, *BIT*, **50** (2010), pp. 23–40.
- [2] Ronald Coifman, Vladimir Rokhlin and Stephen Wandzura, The Fast Multipole Method for the Wave Equation: A Pedestrian Prescription, *IEEE Ant. and Propag. Mag.*, **35** (1993), pp. 7–12.
- [3] Leslie Greengard and Zydrunas Gimbutas, <https://cims.nyu.edu/cmcl/fmm3dlib/fmm3dlib.html>, Courant Institute of New-York University (2012).
- [4] Jiming M. Song and Weng Cho Chew, Multilevel Fast Multipole Algorithm for Solving Combined Field Integral Equations of Electromagnetic Scattering, *Microwave Opt. Tech. Letter* **10(1)** (1995), pp. 14–19.
- [5] Lexing Ying, George Biros and Denis Zorin, A kernel-independent adaptive fast multipole algorithm in two and three dimensions, *J. Comput. Phys.* **196** (2004), pp. 591–626.

Éric DARRIGRAND, IRMAR, Université de Rennes 1, 263 avenue du Général Leclerc, 35000 Rennes  
eric.darrigrand-lacARRIERE@univ-rennes1.fr

Yvon LAFRANCHE, IRMAR, Université de Rennes 1, 263 avenue du Général Leclerc, 35000 Rennes  
yvon.lafranche@univ-rennes1.fr