

Soutenance de thèse

Kokou Michaelis DOTSE soutiendra sa thèse de doctorat, préparée au sein de l'équipe d'accueil doctoral ISAE-ONERA MOIS et intitulée «*Création de maillages pour optimiser les performances de solveurs haute-précision pour la résolution d'équations aux dérivées partielles*»

Le 12 juin 2024 à 14h00, salle des thèses, ISAE-SUPAERO

devant le jury composé de

M. Sébastien PERNET	ONERA	Directeur de thèse
M. Vincent MOUYSET	ONERA	Co-directeur de thèse
M. Franck LEDOUX	CEA	Rapporteur
M. Christophe GEUZAINÉ	Université de Liège	Rapporteur
Mme Hélène BARUCQ	INRIA-Bordeaux	
M. Vincent CHIARUTTINI	ONERA	

Résumé : L'objectif de cette thèse est d'apporter de nouvelles solutions pour améliorer les performances lors de la résolution numérique d'équations aux dérivées partielles en étudiant une méthode de génération de maillages quadrilatéraux basée sur des champs de croix. Notre approche repose sur l'alignement d'un champ de croix donné par rapport au bord du domaine de calcul, suivi du partitionnement de ce dernier en régions à quatre côtés que l'on maillera ensuite en quadrilatères. Cela nous permet de générer un maillage structuré par bloc tout en préservant la position des singularités du champ de croix initial. Pour ce faire, nous mettons en place une étude théorique des champs de croix nous permettant d'identifier les conditions sous lesquelles un champ de croix donné permet effectivement de partitionner et de mailler le domaine sur lequel il est défini. Cette méthode est d'abord présentée pour les domaines simplement connexes, puis généralisée aux domaines non-simplement connexes. Elle nous permet de gérer les domaines constitués de plusieurs matériaux ainsi que les points singuliers de bord qui, en pratique, permettent de délimiter des portions de la frontière du domaine pour prendre en compte des conditions aux limites mixtes dans le cadre des simulations numériques. Enfin, nous mettons en place la discrétisation de la méthode sur des maillages triangulaires, puis nous proposons une généralisation à des surfaces courbes dans l'espace.

Mots clés : Champ de croix, Maillage quadrilatéral, Maillage en blocs structurés, Energie de Ginzburg-Landau

Summary: The objective of this thesis is to bring new solutions to gain in performance during the numerical resolutions of partial differential equations (in particular for electromagnetism, fluid mechanics, elasticity ...). To do this, we wish to study a new methodology for generating meshes in quadrilaterals and / or hexahedra based on the partitioning of the computational domain obtained by solving an elliptic equation. The boundaries of the subdomains are determined from the well-chosen streamlines of this solution. The mesh is finally produced by cutting out the sub-domains. This method then makes it possible to have a mesh structured by block, conforming and of quality, all this presenting an enormous potential to improve the performances of the solvers using it. Our goal is therefore to define the sub-domains most suited to the properties of the scheme used, to control the shape of the cells produced and finally to guarantee the regularity of the connections between sub-domains. To do this, we study different forms of operators with partial derivatives usable for the definition of subdomains in order to constrain the properties of the cells controlled thereafter (eigenvalues of the Jacobians of the Piola transform, parametrization and self-similarity, ...). In addition, we could also be interested in the creation of curved structured meshes (of isoparametric type for example). The main difficulties in obtaining them lie in capturing "uniform" curvatures along

the same border (in order to present normal breaks) and in controlling the deformations used (potentially concave risk). Using a two-stage “structured partitioning / mesh” strategy should make it possible to control the shape of the cell boundaries by inheriting that of the subdomains. The good shape of the boundaries of the subdomains then becomes linked to the equation used for partitioning. We are therefore interested in the choice of the interest to be used according to the properties to be preserved.

Keywords: Cross field, Quad meshing, Structured block mesh, Ginzburg-Landau energy