

THÈSE

Simulation numérique
Réduction de modèles

Contacts

Pierre Joyot
ESTIA Recherche
technopôle Izarbel
64210 Bidart
☎ 05 59 43 84 45

✉ p.joyot@estia.fr

Michel Delanaye
GEONX France SAS
Parc Technocité
Avenue du 8 mai 1945
64100 Bayonne
☎ +32 497 446 001

✉ michel.delanaye@geonx.com

Profil recherché

Master recherche
orienté simulation numérique

Contrat

CDD 3 ans

Localisation

Biarritz et Gosselies
(Belgique)

DÉVELOPPEMENT D'ALGORITHMES DE RÉDUCTION DE MODÈLES POUR L'OPTIMISATION DE PROCÉDÉS DE FABRICATION PAR AJOUT DE MATIÈRE MÉTALLIQUE ALM

Ce travail de thèse a pour but d'intégrer dans la suite logicielle Virfac, développée par l'entreprise Geonx, des algorithmes de réduction de modèle en vue de diminuer drastiquement les temps de calcul tout en gardant la précision d'un calcul conventionnel. L'application se fera sur le module fabrication additive de cette suite logicielle.

Le candidat travaillera dans un environnement de R&D dynamique alliant recherche fondamentale et finalité industrielle. Il sera assuré de travailler sur un sujet de recherche de pointe avec des acteurs expérimentés du domaine.

La fabrication virtuelle

GeonX France est une filiale de [GeonX SA](#), start-up belge, spécialisée dans l'édition de logiciels à destination du secteur de la fabrication industrielle. Ses activités gravitent autour du développement, de l'industrialisation et de la distribution de solutions logicielles au service de la conception assistée par ordinateur. Sa spécialité est la fabrication virtuelle.

GeonX développe et distribue une solution logicielle intégrée, Virfac, incluant à la fois la simulation numérique et le dialogue avec son utilisateur, qu'il

soit humain ou robotisé. Le défi de GeonX est quadruple : (1) assurer le rendu physique des procédés modélisés, (2) converger vers le temps réel, (3) rendre l'usine virtuelle ergonomique et enfin (4) contribuer activement au déploiement de cette technologie d'avenir au sein des usines.

GeonX France souhaite investiguer, dans le cadre d'une thèse de doctorat, sur la possibilité d'accélérer encore les calculs par l'utilisation de modèles réduits thermo-mécaniques.

L'enjeu de la simulation et de la réduction de modèles

Le procédé de fabrication par ajout de matière métallique ALM consiste à construire, par superposition de couches, un objet directement à partir d'un modèle 3D. Les couches successives de poudre métallique sont chauffées localement avec une source laser. La fusion par le laser de cette poudre va permettre de constituer progressivement la pièce.

Les objectifs de la simulation dans ce contexte sont de connaître l'état thermique, métallurgique et mécanique de la pièce afin de maîtriser le procédé puis de l'optimiser : (i) assurer la santé matière ; (ii) optimiser les trajectoires en définissant des stratégies de dépose, (iii) aider à la boucle de pilotage en permettant la mise en place d'une commande prédictive.

De telles simulations sont extrêmement coûteuses, ce qui justifie le développement de nouvelles approches numériques, comme la réduction de modèles qui nous intéresse ici.

La réduction de modèles

La réduction de modèles permet de représenter la solution d'un problème complexe avec une quantité minimale d'informations. À titre d'exemple, considérons un champ dépendant de l'espace du temps et de p paramètres, discrétisons chaque dimension par 10 noeuds, le nombre de variables nécessaires pour décrire ce champ sera $10^{(3+1+p)}$. Très vite, ce nombre devient démesuré : les physiciens appellent ce phénomène la « malédiction de la dimensionnalité ». La réduction de modèles permet de représenter ce champ sous forme séparée par $10n(3 + 1 + p)$ valeurs, ce qui est compatible avec la taille des ordinateurs actuels.

Le défi scientifique de la réduction de modèles tient dans le développement des méthodes permettant d'obtenir efficacement la représentation séparée de la solution d'un problème représenté par une ou un ensemble d'EDP linéaires ou non.

La méthode POD (*Proper Orthogonal Decomposition*) permet de déterminer la représentation séparée à partir de la solution calculée précédemment. La méthode PGD (*Proper Generalised Decomposition*) (1,2,3), très étudiée actuellement, est plus intéressante car elle permet de déterminer directement la forme séparée.

Le défi scientifique de cette thèse sera de développer les algorithmes de réduction de modèles les plus adaptés à la modélisation du procédé ALM.

Contexte de recherche

ESTIA-Recherche développe des compétences sur la réduction de modèles depuis 2009. Deux thèses ont été soutenues sur le sujet (1,2), 2 sont en cours auxquelles il faut ajouter 3 post doc. Ce contexte de recherche est enrichi par la plateforme de R&D Compositadour ainsi que la future plateforme Addimadour. Geonx France est actuellement localisé au sein de cet environnement. ESTIA-Recherche participe au GDR Amore sur la réduction de modèle, a organisé un workshop [NTCS2015](#) sur le sujet, et collabore étroitement avec les laboratoires GEMM de l'ECN, Roberval de l'UTC et I2M de l'université de Bordeaux.

Bibliographie

- (1) G. Bonithon, P. Joyot, and F. Chinesta. *Non-incremental boundary element discretization of parabolic models based on the use of the proper generalized decompositions*. Engineering Analysis with Boundary Elements, 2011
- (2) N. Bur. *Développement d'algorithmes de réduction de modèles pour l'optimisation du procédé de Placement de Fibres Robotisé*. Thèse UTC 2015 Disponible à <https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-01262269v1>.
- (3) P. Ladevèze. *Nonlinear Computational Structural Mechanics—New Approaches and Non-Incremental Methods of Calculation*. Springer Verlag, 1999.