

---

**Titre :** Modélisation avancée d'ordre réduit et échantillonnage paramétrique pour les écoulements de fluides non-Newtonian

**Mots clés :** hyper-réduction, stabilisation hors ligne , modèles multi-fidélité, snapshots adaptés à l'espace

**Résumé :** Le sujet de cette thèse porte sur la réduction d'ordre de modèle (MOR) de problèmes d'écoulement viscoélastique paramétrés qui ont des applications industrielles importantes. Les méthodes traditionnelles de réduction de l'ordre des modèles limitent les performances de calcul de ces problèmes hautement non linéaires, nous suggérons donc une technique d'hyper-réduction avancée basée sur une approximation sparse de l'évaluation des termes non linéaire à complexité réduite. Nous proposons également une stratégie de stabilisation hors ligne pour stabiliser le modèle constitutif dans le modèle d'ordre réduit qui est moins cher à calculer tout en maintenant la précision du modèle d'ordre complet. La combinaison des deux réduit drastiquement le coût du processeur, augmentant

inévitavelmente les performances du MOR. Ce travail est validé sur deux problèmes de benchmark. En outre, une stratégie d'échantillonnage adaptatif est également présentée dans ce manuscrit, qui est réalisée en tirant parti de l'approximation des modèles multi-fidélité. Vers la fin de la thèse, nous abordons un autre problème qui est généralement observé dans les cas où des maillages d'éléments finis adaptatifs sont déployés. Dans de tels cas, les méthodes MOR ne parviennent pas à produire une représentation de faible dimension car les snapshots ne sont pas des vecteurs de même longueur. Par conséquent, nous suggérons une méthodologie qui peut générer des fonctions de base réduites pour des snapshots adaptative.

---

**Title :** Advanced reduced-order modeling and parametric sampling for non-Newtonian fluid flows

**Keywords :** hyper-reduction, offline stabilization, multi-fidelity models, adaptive parametric sampling, adaptive snapshots

**Abstract :** The subject of this thesis concerns model-order reduction (MOR) of parameterized viscoelastic flow problems that have significant industrial applications. Traditional MOR methods constrain the computational performance of such highly nonlinear problems, so we suggest a state-of-the-art hyper-reduction technique based on a sparse approximation to tackle the evaluation of nonlinear terms at much reduced complexity. We also provide offline stabilization strategy for stabilizing the constitutive model in the reduced order model framework that is less expensive to compute while maintaining the full order model's (FOM) accuracy. Combining the two significantly lowers the CPU cost as compared to the FOM

evaluation which inevitably boosts MOR performance. This work is validated on two benchmark flow problems. Additionally, an adaptive sampling strategy is also presented in this manuscript which is achieved by leveraging multi-fidelity model approximation. Towards the end of the thesis, we address another issue that is typically observed for cases when adaptive finite element meshes are deployed. In such cases, MOR methods fail to produce a low-dimensional representation since the snapshots are not vectors of same length. We therefore, suggest an alternate method that can generate reduced basis functions for database of space-adapted snapshots.