

Interpolation non linéaire pour des modèles réduits multiparamétriques

Michel BERGMANN, INRIA - Bordeaux **Angelo IOLLO**, INRIA - Bordeaux
Mathias TRUEL, INRIA/Ingeliance - Bordeaux
Gilles VOGT, Ingeliance - Bordeaux

Les méthodes de réduction de modèles sont généralement utilisées dans l'étude de problèmes faisant intervenir des équations aux dérivées partielles (EDP). Elles permettent de réduire les coûts de calcul, en particulier dans les contextes multiparamétriques. Cependant, ces méthodes reposent sur l'hypothèse que l'espace des solutions peut être approché par un sous-espace linéaire de faible dimension. Cette hypothèse n'est pas vérifiée pour les problèmes où la Kolmogorov n -width décroît lentement, par exemple les problèmes hyperboliques et les problèmes où des structures cohérentes apparaissent et sont transportées [1, 3].

Dans cet exposé, une méthodologie d'interpolation non linéaire basée sur des difféomorphismes paramétriques obtenus par minimisation sera présentée. Les difféomorphismes sont définis à l'aide de la Free-Form Deformation (FFD). La régularité de cette formulation permet d'obtenir un problème de recalage paramétrique. L'implémentation avec les bibliothèques JAX et Optax [2] permet la différenciation automatique et l'utilisation d'un solveur L-BFGS. Dans un exemple à deux champs, la figure 1 illustre les difféomorphismes construits pour obtenir une interpolation.

Associée aux méthodes de réduction de modèles usuelles, cette approche permet une meilleure approximation de l'espace des solutions en alignant les structures cohérentes pour des problèmes multiparamétriques.

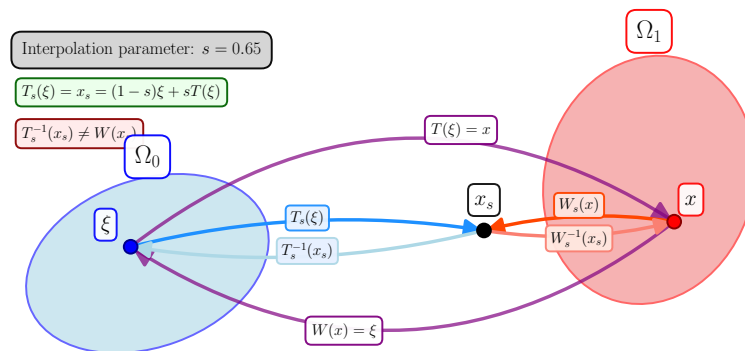


FIGURE 1 – Définition de deux difféomorphismes T et W entre deux domaines et introduction d'un paramètre d'interpolation s pour obtenir le point x_s .

- [1] S. Cucchiara, A. Iollo, T. Taddei, H. Telib. *Model order reduction by convex displacement interpolation*. Journal of Computational Physics, **514**, 113230, 2024. doi : <https://doi.org/10.1016/j.jcp.2024.113230>.
- [2] DeepMind. *The DeepMind JAX Ecosystem*, 2020.
- [3] A. Iollo, D. Lombardi. *Advection Modes by Optimal Mass Transfer*. Research report, 2012.