

# ANaGRAM: A Natural Gradient Relative to Adapted Model for efficient PINNs learning

Nilo SCHWENCKE, LISN - Gif-sur-Yvette  
Cyril FURTLERHNER, LISN - Gif-sur-Yvette

## Résumé

Au cours des dernières années, les réseaux de neurones informés par la physique (PINNs) ont suscité un vif intérêt en tant que méthode de résolution de systèmes guidés par des équations aux dérivées partielles (EDP), en particulier à des fins d'assimilation de données. Cette méthode en est encore à ses débuts, avec de nombreuses lacunes et échecs qui ne sont pas encore bien compris. Dans cet article, nous proposons une approche de résolution par gradient naturel des PINN qui contribue à accélérer et à améliorer la précision de l'apprentissage. Sur la base d'une analyse approfondie des structures géométriques différentielles du problème, nous proposons deux contributions distinctes :

1. un nouvel algorithme de gradient naturel dont la complexité est  $\min(P^2S, S^2P)$ , où  $P$  est le nombre de paramètres et  $S$  la taille du batch.
2. une reformulation mathématique du problème des PINNs qui permet d'y étendre le gradient naturel, en exhibant ses liens avec la fonctions de Green du problème.

[1] N. Schwencke, C. Furtlehner. *ANaGRAM : A natural gradient relative to adapted model for efficient PINNs learning*. In *The Thirteenth International Conference on Learning Representations*, 2025. doi :<https://doi.org/10.48550/arXiv.2412.10782>.