

## Capacités d'approximation en apprentissage profond

### — Objectifs et contexte du stage :

Les méthodes de "deep learning" [1] ont un impact considérable en vision des ordinateurs et apprentissage statistique. Le fait qu'elles soient utilisées si massivement pose de nombreuses questions théoriques qui n'avaient pas été abordées jusque là. Ce stage porte sur la **capacité d'approximation qu'a un produit de matrices structuré**.

Les produits de matrices structurés fournissent en effet un cadre simplifié (on n'a pas de non-linéarité) pouvant représenter différents objets de type "deep" proches de ceux utilisés dans les applications. Suivant la structure imposée, on peut obtenir (entre autre) des produits de matrices creuses ou des réseaux de convolution. Ce contexte permet, par ailleurs, d'adapter les approches de type "deep-learning" pour de nouvelles applications telles que l'approximation, la restauration. . .

Dans ce cadre, il est légitime de se demander quelles sont les objets bien approximés par ces produits de matrices structurés. En utilisant une stratégie de Lifting (voir [2]), on peut rechercher des énoncés similaires à ceux obtenus en approximation non-linéaire [3]. Pour cela, le point crucial est de comprendre quelles performances il est possible d'atteindre lorsque l'on approxime un tenseur quelconque par un tenseur de rang 1.

Le but du stage est de faire un travail bibliographique sur l'approximation par des tenseurs de rang 1 (il existe notamment des algorithmes numériques faisant cette approximation) et de rechercher les premières bornes sur la qualité de l'approximation.

### — Outils : L'essentiel des notions abordées viendront de l'optimisation, de l'algèbre linéaire et multilinéaire et de la géométrie des tenseurs.

### — Rémunération : Il est prévue une indemnité de stage d'environ 550 euros/mois.

### — Encadrement :

— François Malgouyres, Institut de Mathématiques de Toulouse,  
francois.malgouyres@math.univ-toulouse.fr

### — Références :

1. Y. LeCun, Y. Bengio, G. Hinton, "Deep learning". Nature, 521(7553), 436-444, 2015.
2. F. Malgouyres, J. Landsberg, "On the identifiability and stable recovery of deep/multi-layer structured matrix factorization", proceedings of the Information Theory Workshop 2016.
3. R. DeVore, "Nonlinear Approximation", Acta Numerica, Vol.7, pp. 51-150, 1998.