



A l'attention du jury du prix Loreta-Lopez

Le 2 Février 2022

Mesdames et Messieurs les membres du jury,

En ma qualité de chercheur au CERFACS, je coordonne le groupe de travail inter-académique Helios (High pErformance LearnIng for cOmputational phySics), qui inclut le CERFACS, l'ISAE-Supaéro et l'Institut de Mécanique des Fluides de Toulouse. Helios regroupe des chercheurs intéressés par l'étude des développements récents dans le domaine de l'apprentissage automatique pour leur potentiel à révolutionner la physique numérique. L'essor de ces techniques dans des domaines comme le traitement d'image ou du langage s'est accompagné d'importantes attentes, et déjà de certaines désillusions. L'objectif de nos travaux est de caractériser les forces mais aussi les faiblesses de ces techniques, afin de les associer à l'ensemble des outils numériques qui ont déjà fait leurs preuves pour la modélisation physique, en cherchant des complémentarités. Les applications de ces stratégies hybrides incluent notamment des problématiques d'énergétique et de propulsion, d'environnement (climat, feux de forêt, événements météo intenses), et de sécurité (dispersion de polluant, explosions accidentelles).

Le projet MORPHEUS présenté par Andrea Brugnoli s'inscrit parfaitement dans les thématiques traités par notre laboratoire de recherche. Il s'agit d'un projet numérique fortement inter-disciplinaire, car il intègre d'une part des méthodologies structurées basées sur la physique pour la modélisation des problèmes multiphysiques, et d'autre part des outils de l'intelligence artificielle pour la génération de modèles réduits. La proposition MORPHEUS appuie sur un point critique de l'hybridation des méthodes traditionnelles avec les techniques d'apprentissage: la prise en compte de contraintes physiques sous forme de fonction de coût à minimiser, ou autre forme de contrainte "souples" pour le problème, ne permet pas de garantir que des grandeurs physiques sont conservées, comme la masse ou l'énergie. Ces grandeurs sont pourtant fondamentales en modélisation physique, et leur conservation est un point clé de toute méthode, de résolution. MORPHEUS propose au contraire de se focaliser sur des approches où la contrainte physique est imposée en amont, et où les approximateurs entraînés ne peuvent pas déroger à leurs règles. Cette stratégie s'inscrit dans le contexte de multiples travaux émergents pour introduire des contraintes physiques "en dur" dans les approches hybrides dans la littérature récente, une voie très prometteuse pour exploiter les techniques d'apprentissage sans pâtir des inconvénients de leurs approximations inhérentes.

D'autre part, Andrea Brugnoli a déjà démontré en quelques années une importante capacité à produire des travaux et des publications de qualité. Ce début de carrière académique très prometteur s'est accompagné d'un large ensemble de collaborations, démontrant une bonne capacité à travailler en équipe. Pour toutes ces raisons, je souhaite par la présente lettre exprimer mon intérêt pour le projet MORPHEUS, ainsi que mon soutien à M. Brugnoli pour sa candidature au prix Lopez-Loreta.

Fait pour servir et valoir ce que de droit.

En vous souhaitant, Medames, Messieurs, une bonne réception.

Cordialement,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'C. Lapeyre' with a stylized flourish at the end.

Corentin Lapeyre