

Steve Oudot  
Inria, projet Geometrica  
1, rue Honoré d'Estienne d'Orves  
Campus de l'École polytechnique  
91120 Palaiseau

Tél. 01 74 85 42 16  
Fax : 01 74 85 42 49

Palaiseau, le 13 juin 2014

École Doctorale d'Informatique — ED 427  
Commission de recrutement des doctorants  
Bâtiment 650 - aile nord - 417  
Campus de l'Université Paris-Sud  
91400 Orsay

Objet : Appréciation sur la candidature de M. Mathieu Carrière à une bourse de thèse

Mesdames, Messieurs,

L'équipe Geometrica souhaite accueillir Mathieu Carrière en thèse de doctorat sous ma direction à compter du mois de septembre 2014. Mathieu termine actuellement le master Mathématiques, Vision et Apprentissage en parallèle de sa troisième année à l'École Centrale de Paris. Il accomplit son stage de recherche dans notre équipe et montre un intérêt fort pour nos thématiques.

Le sujet de thèse que je lui propose porte sur la définition de signatures multi-échelles stables pour les formes 3d, et sur leur exploitation dans le cadre de tâches d'apprentissage supervisé ou semi-supervisé sur des bases de données de formes. Dans la lignée de nos travaux antérieurs [1], l'approche proposée pour la définition des signatures consiste à utiliser des outils issus de la topologie algébrique, et en particulier la théorie de la persistance. Ces outils permettent de définir naturellement des invariants robustes et informatifs sur des espaces métriques ou des fonctions sur ces espaces. En traitant les formes 3d comme de tels espaces, et en choisissant soigneusement les fonctions à considérer, il est possible de définir des signatures caractérisant une forme 3d dans son ensemble. L'un des obstacles majeurs à l'utilisation de cette approche dans le cadre de l'apprentissage est la complexité de l'espace dans lequel vivent ces signatures, qui rend la définition de noyaux délicate. Trouver une parade est l'un des points-clés du sujet. Situé à la frontière entre la topologie appliquée et l'apprentissage, ce sujet requiert une bonne maîtrise de la théorie de la persistance topologique et des outils de la topologie algébrique sur lesquels elle s'appuie, ainsi qu'une connaissance approfondie des méthodes à noyaux. Alors que l'expertise de notre équipe peut aider le candidat à combler un éventuel déficit du côté topologie, il est indispensable que le candidat soit déjà familiarisé aux techniques d'apprentissage.

Mathieu apparaît comme un très bon candidat sur ce point. Il a acquis une solide formation en mathématiques appliquées, en particulier en apprentissage. Il a par ailleurs montré dans son stage une affinité particulière pour la théorie de la persistance to-

pologique. Il travaille actuellement sur une extension du théorème de non-existence de noyaux pour les signatures topologiques [2]. Ce théorème affirme qu'il n'est pas possible de définir des noyaux "classiques" (linéaires, exponentiels, etc.) à partir de ces signatures, du fait du caractère  $l^\infty$  de la métrique qui l'équipe. Le travail de Mathieu est d'étendre ce résultat à d'autres métriques. Bien que négatif, il ouvre des perspectives et nous incite à trouver des espaces plus simples dans lesquels plonger les signatures topologiques sans trop perdre d'information. C'est le deuxième point sur lequel travaille Mathieu. En parallèle, il aborde la question de définir des signatures locales et multi-échelles. En effet, dans nos précédents travaux nous nous étions cantonnés à des signatures caractérisant une forme 3d dans son ensemble. En pratique il peut être utile de faire de l'apprentissage non seulement sur des collections de formes 3d, mais également sur des collections de parties de formes, avec à la clé des applications comme la segmentation ou le matching de formes. Enfin, les méthodes développées doivent pouvoir se généraliser aux formes en plus grande dimension.

Dans l'ensemble, le bilan partiel du stage de Mathieu après trois mois passés chez nous est très bon. Mathieu est un étudiant sérieux, travailleur, organisé et surtout très motivé, ce qui pour moi est la clé du succès. Il a su rapidement se former à nos outils et à s'appropriier le sujet du stage. Il fait preuve par ailleurs d'une grande rigueur, à la fois dans la pensée et dans la rédaction des preuves. De ce point de vue, Mathieu a les qualités nécessaires à la réalisation d'une très bonne thèse sur le sujet proposé, et c'est donc sans réserve que j'appuie sa candidature à une bourse de thèse de l'Ecole Doctorale d'Informatique de Paris-Sud.

Je vous prie d'agréer, Mesdames, Messieurs, l'expression de mes salutations distinguées.

Steve Oudot



## Références

- [1] F. Chazal, D. Cohen-Steiner, L. J. Guibas, F. Mémoli, S. Y. Oudot. Gromov-Hausdorff Stable Signatures for Shapes using Persistence. Computer Graphics Forum (proc. SGP 2009), pages 1393-1403.
- [2] T. Bonis, F. Chazal, M. Ovsjanikov, S. Y. Oudot. Topological Pooling. Manuscript, 2014.