

# Sujet de thèse : Apprentissage de points clés et recalage à grande échelle d'images médicales 3D

**Mots clefs** : Intelligence Artificielle, réseau de neurone convolutif, apprentissage profond, imagerie médicale, recalage, transformation, features, points clefs

## Contexte

Cette thèse se déroulera dans le cadre du projet ANR TOPACS (2019-2023), dont l'objectif est l'analyse de l'anatomie humaine par le biais des images médicales stockées sur PACS (Picture Archiving and Communication System) dans les hôpitaux. La thèse sera basée principalement sur le recalage, c'est-à-dire la mise en commun dans un même repère, d'images 3D corps entier à grande échelle. Le nombre d'images (plus de 10000) et leur taille relativement importante (de l'ordre de 512x512x512) rend le recalage très complexe.

## Objectif

Le but de la thèse est le développement de nouvelles approches de recalage d'images médicales corps entier 3D à grande échelle. Il s'agit d'un problème scientifique intéressant et encore non résolu. De nombreuses approches créent un individu virtuel "moyen" représentatif, et recalent individuellement les images sur cette référence, ce qui a plusieurs facteurs limitants. L'approche que nous souhaitons poursuivre sera a contrario basée sur le recalage simultané de toutes les images, sans référence a priori; c'est ce que l'on appelle un recalage de groupe. Dans ce contexte, l'extraction de points clés [Lowe 1999,Alcantarilla 2016] est une piste de solution pertinente, comme le montrent des premiers travaux effectués à CREATIS [Agier et al. 2019].

## Programme, verrous scientifiques

Durant la thèse, trois principaux problèmes seront spécifiquement abordés:

- Points clés appris : Les points clés ont été initialement définis selon des modèles théoriques [Lowe 1999,Alcantarilla 2016], mais des propositions récentes basées sur l'apprentissage machine [Yi et al. 2016] offrent des performances compétitives. L'apprentissage de nouveaux points clés dédiés aux images médicales est donc une perspective de recherche intéressante.
- Mauvais appariements : le recalage par points clés présente une complexité calculatoire faible, mais les mauvais appariements entre points clés dégradent la qualité des résultats. Le taux de mauvais appariement pouvant dépasser 70%, une approche efficace devra donc être mise en place pour palier ce défaut, possiblement via apprentissage machine.

- Taille des données : malgré le faible encombrement mémoire des points clés, le nombre d'images à traiter (supérieur à 10000) rend le traitement global des points impossible. Un traitement des données hors-cœur devra donc être proposé.

## Déroulement de la thèse et encadrement

La thèse s'effectuera en cotutelle (Université de Lyon - Université Clermont Auvergne) sous la direction de:

- Sébastien Valette (CREATIS, INSA-Lyon, <https://www.creatis.insa-lyon.fr/~valette/>)
- Adrien Bartoli (Institut Pascal, Clermont-Ferrand, <http://igt.ip.uca.fr/~ab/>)

La thèse se déroulera principalement au laboratoire CREATIS, avec des des réunions de travail téléphoniques régulières et des séjours d'une semaine prévus tous les six mois environ à l'Institut Pascal.

## Profil recherché

Nous cherchons une personne ayant des compétences à la fois en informatique (principalement langages Python et C/C++) et en mathématiques appliquées. Des compétences en traitement d'images (médicales en particulier) sont aussi souhaitables, sans être obligatoires.

## Contact

Pour candidater ou demander plus d'informations écrire à :

- Sébastien Valette [sebastien.valette@creatis.insa-lyon.fr](mailto:sebastien.valette@creatis.insa-lyon.fr)
- Adrien Bartoli : [adrien.bartoli@gmail.com](mailto:adrien.bartoli@gmail.com)

## Références:

**[Alcantarilla et al. 2012]** KAZE Features, P. Alcantarilla, A. Bartoli and A. Davison, proceedings of ECCV 2012, [PDF](#).

**[Agier et al. 2018]** Hubless keypoint-based 3D deformable groupwise registration, R. Agier, S. Valette, R. Kéchichian, L. Fanton, R. Prost, submitted, <https://arxiv.org/abs/1809.03951>

**[Bartoli et al. 2013]** Stratified Generalized Procrustes Analysis, A. Bartoli, D. Pizarro and M. Loog, IJCV, 101(2):227-253, January 2013, [PDF](#).

**[Lowe 1999]** Lowe, D.G., 1999. Object recognition from local scale-invariant features, Computer Vision, proceedings of the seventh IEEE International Conference on, pp. 1150–1157. [PDF](#)

**[Yi et al. 2016]** K. M. Yi; E. Trulls Fortuny; V. Lepetit; P. Fua LIFT: Learned Invariant Feature Transform,, ECCV 2016, <https://arxiv.org/abs/1603.09114>