



## Proposition de sujet de thèse- Contrats Doctoraux 2017-2020

<b>Titre du sujet</b>	Migration de particules de forme complexe dans des micro-canaux
<b>Responsables</b>	Nom: Lucien BALDAS Pascale MAGAUD  Tél: 05 61 17 11 02 et 05 61 17 11 01  Adresse email: <a href="mailto:pascale.magaud@insa-toulouse.fr">pascale.magaud@insa-toulouse.fr</a> <a href="mailto:lucien.baldas@insa-toulouse.fr">lucien.baldas@insa-toulouse.fr</a>
<b>Laboratoire</b>	Institut Clément Ader (ICA)

### Description du sujet

De nombreux travaux ont démontré que la distribution spatiale de particules en écoulement dans des micro-canaux pouvait devenir hétérogène même dans des configurations d'écoulements très simples. Des sphères en suspension iso-dense, par exemple, migrent sous certaines conditions vers des positions d'équilibre préférentielles. Pour des particules de forme plus complexe que la sphère rigide, malgré l'existence de quelques travaux récents [Di Carlo et al., Appl. Phys. Lett. 2011], les phénomènes de migration restent insuffisamment étudiés, bien que ce soit dans ce cadre que se situent le plus grand nombre d'applications potentielles, en particulier dans le cas des microorganismes (contrôles sanitaires, tri, isolement, quantifications...). L'objectif de ce projet est donc d'étudier la migration de particules inertes non sphériques dans des micro-canaux. Cette étude permettra de mieux comprendre les mécanismes physiques qui contrôlent les trajectoires de particules anisotropes dans des écoulements confinés, afin d'en améliorer la prédiction. Les connaissances acquises sur ces particules modèles contribueront au développement de dispositifs innovants de séparation et d'analyse de bio-particules.

Ce travail s'intègre dans un projet initié en 2011 et associant plusieurs équipes de différents laboratoires toulousains (ICA, LGC, LISBP, IMFT), collaborant dans le cadre de la fédération FERMAT. Cette mise en commun d'approches expérimentales et numériques a déjà permis l'obtention de résultats originaux sur la migration latérale de particules sphériques dans des micro-canaux.

Le travail réalisé par Y. GAO, doctorant à l'ICA depuis septembre 2013, co-encadré par P. Magaud et L. Baldas a permis de développer des outils expérimentaux basés sur de la microscopie et d'analyser les positions de particules sphériques iso-denses dans des écoulements faiblement et modérément inertiels en micro-canaux de sections carrées et circulaires [Lafforgue-Baldas et al., J. Flow Chem 2013]. Les résultats obtenus ont été corroborés par des simulations numériques (réalisées par M. Abbas au LGC) qui ont permis d'obtenir les trajectoires de particules pendant leur migration dans les mêmes conditions d'écoulement [Abbas et al., Phys. Fluids 2014]. Ces études ont mis en évidence le rôle de la géométrie (forme du canal, rapport de taille particule/canal...) et des conditions d'écoulement sur le mécanisme de migration. Nous envisageons maintenant d'étendre cette démarche à l'étude des trajectoires de particules inertes de formes plus complexes dans des conditions d'écoulement similaires (écoulement laminaire à nombre de Reynolds modéré). Les géométries des particules que nous souhaitons utiliser dans un premier temps se rapprochent de la morphologie de levures (*Saccharomyces cerevisiae*) et sont commercialement disponibles. L'étude de micro-canaux de sections carrées et rectangulaires (de quelques dizaines à quelques centaines de  $\mu\text{m}$  de côté) sera privilégiée. Dans un premier temps, le doctorant s'attachera à analyser les trajectoires de particules isolées et l'orientation de ces particules anisotropes. Il sera pour cela nécessaire de développer des méthodologies expérimentales spécifiques, en particulier des méthodes de visualisation 3D. Par la suite, l'effet des interactions hydrodynamiques entre particules sur leur comportement sera considéré (effets collectifs). Ces travaux pourraient aboutir à la conception d'un premier prototype de séparateur innovant.



ECOLE DOCTORALE  
ED 468

« Mécanique, Energétique, Génie Civil, Procédés »



### Thesis proposal for a Doctoral position 2017-2020

<b>Title</b>	<b>Lateral migration of complex shapes particles flowing in micro-channels</b>
<b>Supervisor</b>	Name : Lucien BALDAS Pascale MAGAUD Phone : 05 61 17 11 02 and 05 61 17 11 01 Email : <a href="mailto:pascale.magaud@insa-toulouse.fr">pascale.magaud@insa-toulouse.fr</a> <a href="mailto:lucien.baldas@insa-toulouse.fr">lucien.baldas@insa-toulouse.fr</a>
<b>Laboratory</b>	Institut Clément Ader (ICA)

#### **Research project description :**

It is now well known that the distribution of particles flowing in a micro-channel could become inhomogeneous even in very simple flow and geometrical configurations. For example, iso-dense spheres flowing in micro-channels under specific flow conditions migrate towards equilibrium positions located near the channel walls. Despite recent works [Di Carlo et al., Appl. Phys. Lett. 2011], the migration phenomenon is still unclear and insufficiently explored for other kinds of inert particle morphologies although most of the possible applications (microbial control in food industry, biological fluids analysis ...) concern particles with complex shapes and more particularly micro-organisms. The aim of this project is thus to study the migration phenomena of inert non-spherical particles in micro-channels. It will lead to an improved knowledge of the physical mechanisms controlling the transport of complex shape micro-particles. This will permit to build a relevant tool to predict the response of such particles suspensions flowing in micro-channels. The fundamental aspects developed in this project will be helpful to improve the performances of existing separation processes and more importantly can yield new ideas for breakthrough technologies for the design of innovative micro-separators for biological applications.

This work takes place in a large project started in 2011 and associating several teams from different laboratories (ICA, LGC, LISBP, IMFT) collaborating in the research federation FERMAT located in Toulouse. Experimental set-ups based on classical microscopy have already been developed and used for spherical particles by Y.GAO PhD student working at ICA since September 2013 and supervised by P.Magaud and L.Baldas [Lafforgue-Baldas et al., J. Flow Chem 2013]. Spheres trajectories in similar conditions have been obtained by numerical simulations [Abbas et al., Phys. Fluids 2014] based on the Force Coupling Method. These studies have shown the role of the geometrical (channel shape, particle to channel size ratio ...) and operating (Reynolds number) parameters on the migration mechanism. This approach will now be applied to inert particles with more complex shapes in similar flow conditions (laminar flow at low and moderate Reynolds numbers). The geometry of the first particles to be studied is close to yeast morphology (*Saccharomyces cerevisiae*). In a first phase, the PhD student will analyse the trajectories of single anisotropic particles and their orientation when flowing in rectangular or square micro-channels (of a few tens to a few hundreds of  $\mu\text{m}$  in width). Specific experimental methodologies will have to be developed for that, in particular 3D visualisation methods. In a second step, hydrodynamic interactions between particles will be studied in order to analyse collective effects. Finally, this work could lead to the design of the first prototype of an innovative micro-separator for biological applications.