

## Stage de Master EFEMO 2019-2020, durée 5 mois

**Sujet : Étude de la rupture des gouttes par simulation directe**

**Encadrant(s) : Jorge César Brändle de Motta, Thibault Ménard**

**Mots clés (4) : CFD, DNS, Two-Phase flow, Secondary Breakup Model (SBM)**

**Objectifs :** (mini 20 lignes, maxi 40 lignes)

De nombreux procédés industriels sont concernés par l'atomisation, en particulier dans les transports. Pouvoir prédire l'évolution temporelle de la taille de gouttes durant l'atomisation secondaire est essentiel pour pouvoir maîtriser ces processus. Des modèles de rupture des gouttes existent mais ne sont pas encore assez prédictifs [1].

Au cours des dernières années, trois articles pionniers ont exploré les capacités de la DNS pour étudier les gouttes et la rupture dans un écoulement turbulent. Le premier a étudié la probabilité de rupture dans un champ turbulent homogène [2]. Le second a analysé l'évolution d'un ensemble de gouttelettes dans un champ turbulent, en se concentrant sur l'interaction entre l'interface et le fluide environnant [3]. Enfin, un article récent de notre laboratoire a exploré la relation entre la courbure et l'équilibre démographique des gouttelettes [4].

Le but de ce projet est d'étudier de manière systématique l'évolution et la rupture des gouttes dans des conditions turbulentes en utilisant la simulation directe.

Récemment, Victor Chéron a montré la possibilité de générer à faible coût des gouttes dans un écoulement turbulent à l'aide du logiciel de calcul ARCHER [5]. Dans ce premier travail on a réalisé quelques corrélations entre les différents paramètres géométriques de la goutte. Une première version de la base de données *DropletDataBase* a été faite. Toutefois, le nombre de gouttes générés est faible et les paramètres explorés assez limités. En particulier, on s'est concentré sur des configurations où la goutte ne se fracturait pas.

D'autre part, deux faits marquants autour d'ARCHER ont eu lieu. Tout d'abord, la librairie PyArcher a été mise en place. Elle facilite les posttraitements des résultats de code Archer en les généralisant. L'étude des champs de gouttes à l'aide de PyArcher permettra d'extraire d'avantage d'information. Ensuite, la version AMR d'ARCHER (Adaptative Mesh Refinement) a été remise à jour durant le Hackathon du CRIANN. L'utilisation de l'AMR permettra l'étude des configurations qui n'étaient pas possibles avec la version historique.

Dans ce stage, on propose d'aller plus loin en générant plus de gouttes sur différents configurations (paramètres turbulents, tension de surface, ...). La mise en place d'un protocole pour stocker la base de données de façon pérenne et partageable sera aussi faite durant le stage. L'utilisation de la version AMR d'Archer sera envisagée.

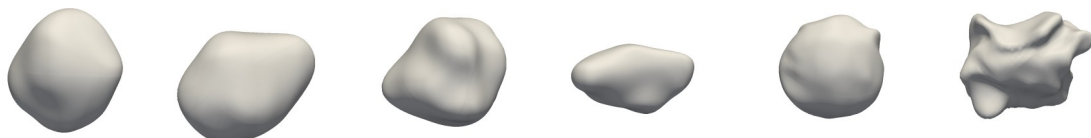


Figure 1 : Gouttes de la *DropletDataBase*

### **Tâches à réaliser durant le stage**

- Étude bibliographique sur la rupture des gouttes.
- Prise en main du code ARCHER.
- Réalisation d'un script permettant la réalisation d'une campagne de simulations.
- Réalisation de simulations sur un supercalculateur.
- Post-traitement des résultats et analyse des résultats.

### **Résultats attendus pour la rédaction du rapport de stage :**

- Étude bibliographique sur la rupture des gouttes.
- Actualisation de la base de données avec des nouvelles gouttes.
- Mise en place d'un protocole standardisé d'accès à la base de données.
- Étude paramétrique de la rupture de gouttes.

### **Moyens utilisés :**

Ce travail sera complètement numérique. Un ordinateur sera nécessaire. Les calculs se feront dans les différents calculateurs (Newton au CORIA, CRIANN et DARI).

### **Travaux Développés sur le sujet au laboratoire (Master, Thèse, ...)**

- Développement du code Archer [6].
- Développement de la méthode AMR [Hackaton].
- Développement de la méthode hybride [Thèse de Victor Chéron, En cours]
- Développement de PyArcher [Alexandre Poux]

### **Références bibliographiques de l'équipe en rapport avec le sujet :**

- [4] R. Canu *et al.*, "Where does the droplet size distribution come from?," *Int. J. Multiph. Flow*, vol. 107, pp. 230–245, Jun. 2018.
- [5] V. Chéron, J. C. Brändle de Motta, G. Vaudor, T. Ménard, and A. Berlemont, "From droplets to particles: Transformation criteria," in *29th European Conference on Liquid Atomization and Spray Systems*, Paris, 2019, p. 8 [Online]. Available: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02315145>
- [6] T. Ménard, S. Tanguy, and A. Berlemont, "Coupling level set/VOF/ghost fluid methods: Validation and application to 3D simulation of the primary break-up of a liquid jet," *Int. J. Multiph. Flow*, vol. 33, no. 5, pp. 510–524, May 2007.

### **Références bibliographiques :**

- [1] J. Solsvik, S. Tangen, and H. A. Jakobsen, "On the constitutive equations for fluid particle breakage," *Rev. Chem. Eng.*, vol. 29, no. 5, Jan. 2013.
- [2] P. Perlekar, L. Biferale, M. Sbragaglia, S. Srivastava, and F. Toschi, "Droplet size distribution in homogeneous isotropic turbulence," *Phys. Fluids*, vol. 24, no. 6, p. 065101, 2012.
- [3] M. S. Dodd and A. Ferrante, "On the interaction of Taylor length scale size droplets and isotropic turbulence," *J. Fluid Mech.*, vol. 806, pp. 356–412, Nov. 2016.