HAL
open science

Caractérisation morphométrique d'écoulements diphasiques par analyse d'image et géométrie aléatoire

Mathieu de Langlard, Fabrice Lamadie, Sophie Charton, Johan Debayle

To cite this version:

Mathieu de Langlard, Fabrice Lamadie, Sophie Charton, Johan Debayle. Caractérisation morphométrique d'écoulements diphasiques par analyse d'image et géométrie aléatoire. XVIIème Congrès de la Société Française de Génie des Procédés (SFGP 2019), Oct 2019, Nantes, France. . emse-02483521

HAL Id: emse-02483521

https://hal-emse.ccsd.cnrs.fr/emse-02483521v1

Submitted on 18 Feb 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Caractérisation morphométrique d'écoulements diphasiques par analyse d'image et géométrie aléatoire

Mathieu de Langlard[1], Fabrice Lamadie[1], Sophie Charton[1] et Johan Debayle[2]

[1]CEA, DEN, DMRC, Univ. Montpellier, Marcoule, France

[2]SPIN/LGF UMR CNRS 5307, École Nationale Supérieure des Mines de Saint-Étienne, France

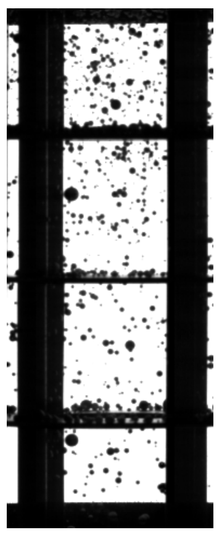
Problématique

Besoin de contrôler et d'optimiser des procédés mettant en jeu des écoulements diphasiques (extraction liquide-liquide, extraction liquide-gaz, etc.).

➢ Les caractéristiques **géométriques** (e.g. distribution de taille-forme, surface d'échange et fraction volumique) sont déterminantes.

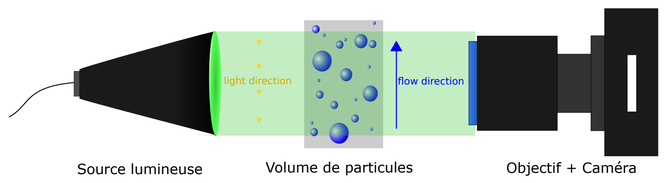
Objectif

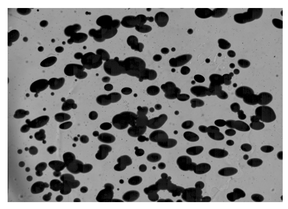
Déterminer les caractéristiques géométriques de la phase dispersée d'écoulements polyphasiques.



Écoulement liquide-liquide dans une colonne pulsée

Acquisition et Analyse d'Image





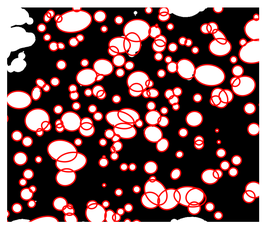
Acquisition d'images 2D de l'écoulement[1]

➢ Propriétés des images acquises[1] :

1. Images de *projection orthogonale* de la phase dispersée.
2. Particules en général de forme *sphérique* et/ou *ellipsoïdale*.
3. Phase dispersée dense ⇒ nombreuses *superpositions* des projections.

Limites de la détection

1. Nombreuses superpositions des projections des particules pour des populations denses
2. Information 2D seulement

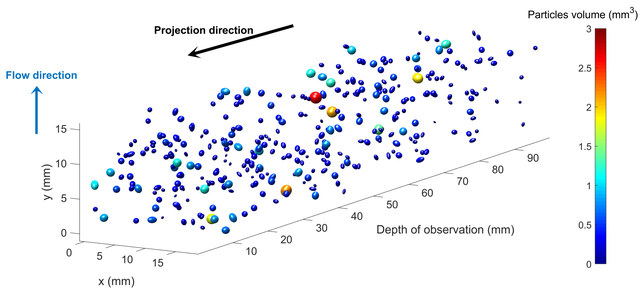


Méthode Proposée : Modélisation et Caractérisation 3D par Géométrie Aléatoire

Modélisation géométrique de la phase dispersée

1. Construire un modèle 3D de particules dures isotropes sphériques[2] et ellipsoïdales.
2. Ajuster les paramètres du modèle aux images expérimentales.
3. Estimer les informations géométriques d'intérêt du modèle ajusté.

Modèle aléatoire 3D de particules



Population représentative :

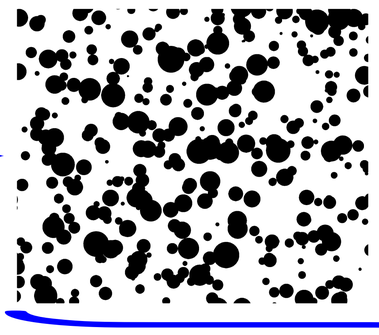
fraction volumique et surfacique

distribution de taille-forme,

diamètre de Sauter, etc.

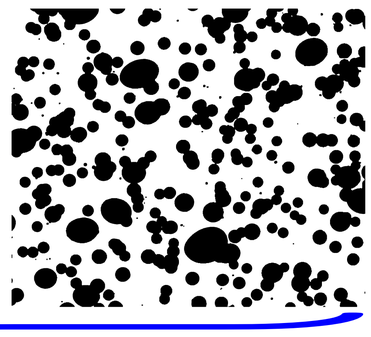
Projection →

Projection d'une simulation



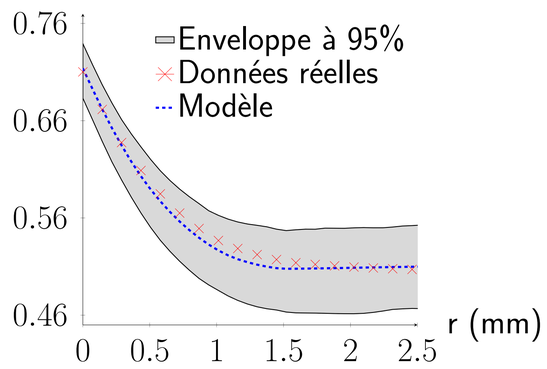
Comparaison qualitative ↔

Image réelle binarisée

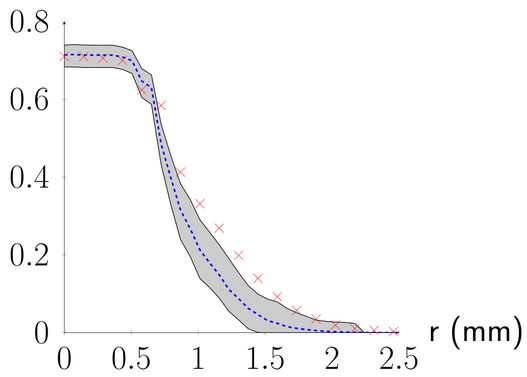


Comparaison quantitative

Covariance

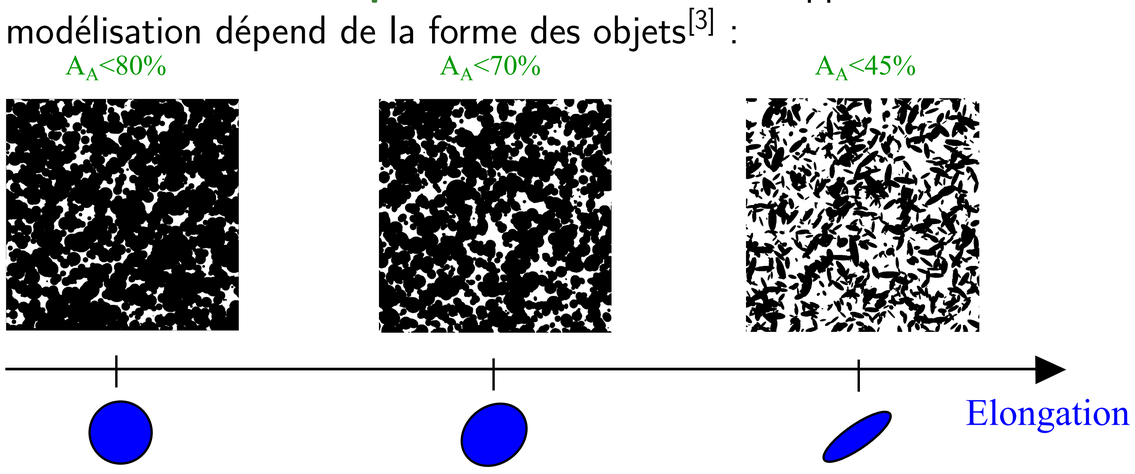


Fonction d'ouverture

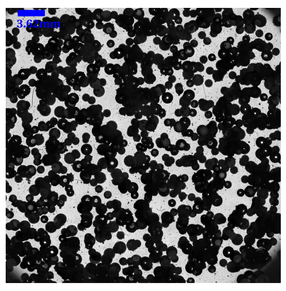


Résultats et Applications

1. **Simulations numériques** ⇒ la robustesse de l'approche de modélisation dépend de la forme des objets[3] :



2. **Écoulements diphasiques contrôlés[2] :**

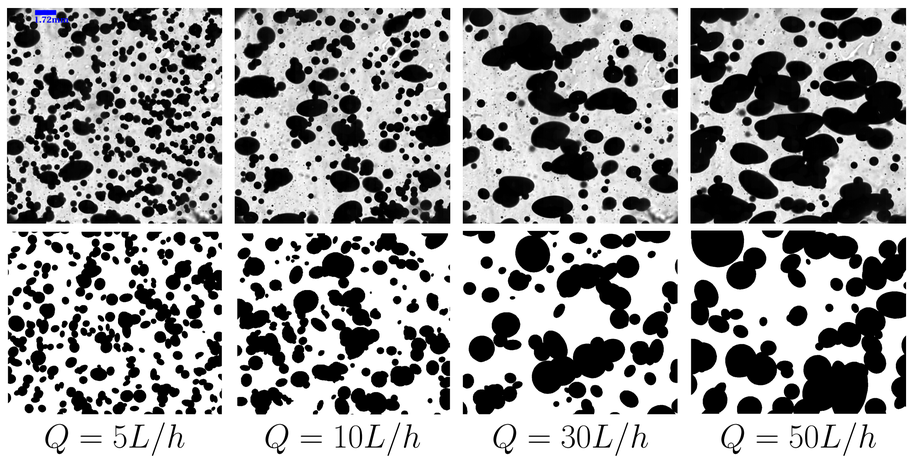


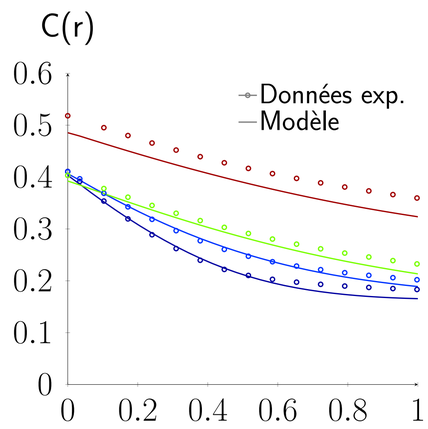
- Données expérimentales :
  - Billes de PMMA + phase continue isodense : $r_1 = 0.5$mm et $r_2 = 0.75$mm.
  - fraction volumique : λ =2,24%.
  - Proportion de billes de rayon r_1 : $\beta = 63$%.

	$\widehat{r_1}$	$\widehat{r_2}$	$\widehat{\lambda}$	$\widehat{\beta}$
Valeurs estimées	0.56mm	0.74mm	1.80 %	41%

Remarque : phénomènes d'agrégation non pris en compte par le modèle

3. **Écoulement gaz-liquide[3] :**





- Caractéristiques (covariances et fonctions d'ouvertures) bien ajustées pour les faibles débits.
- Anisotropie pour les débits importants : les grosses bulles s'allongent ⊥ à la direction de l'écoulement.

Conclusions et Perspectives

- La modélisation par géométrie aléatoire permet de gérer des images de projection de populations denses de particules.
- Vers un modèle plus flexible : anisotrope et/ou d'autres types d'interactions.

Références

[1] de Langlard M., *et al.* "An efficiency improved recognition algorithm for highly overlapping ellipses : Application to dense bubbly flows.", PRL (2018).

[2] de Langlard M., *et al.* "A 3D stochastic model for geometrical characterization of particles in two-phase flow applications.", IAS (2019).

[3] de Langlard M. "La géométrie aléatoire pour la caractérisation 3D de populations denses de particules : applications aux écoulements diphasiques", Thèse (2019).