

M. Burel<sup>1</sup>, O. Bonnefoy<sup>1</sup>, P. Grosseau<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint Etienne Centre SPIN LGF-UMR CNRS 5307, 158 cours Fauriel, 42023 Saint-Etienne, France

## Contexte et Objectifs

### Enjeux

#### Industriels :

- Pétrolier, alimentaire, peinture...
- Verrous technologiques : matériels, innovations

#### Scientifiques :

- Effets collectifs, migration, interactions hydrodynamiques
- Couplage macroscopique et microscopique

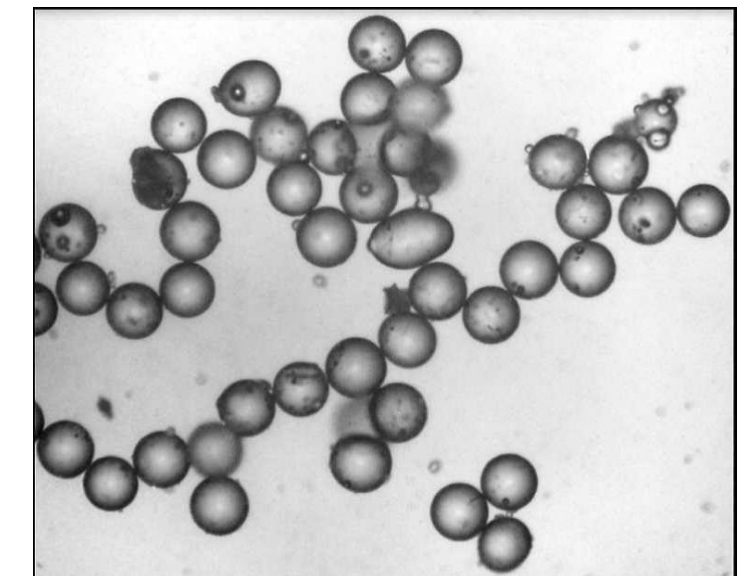


Latex

Béton

Peinture

### Particule + liquide + interactions (hydrodynamiques, cohésion)



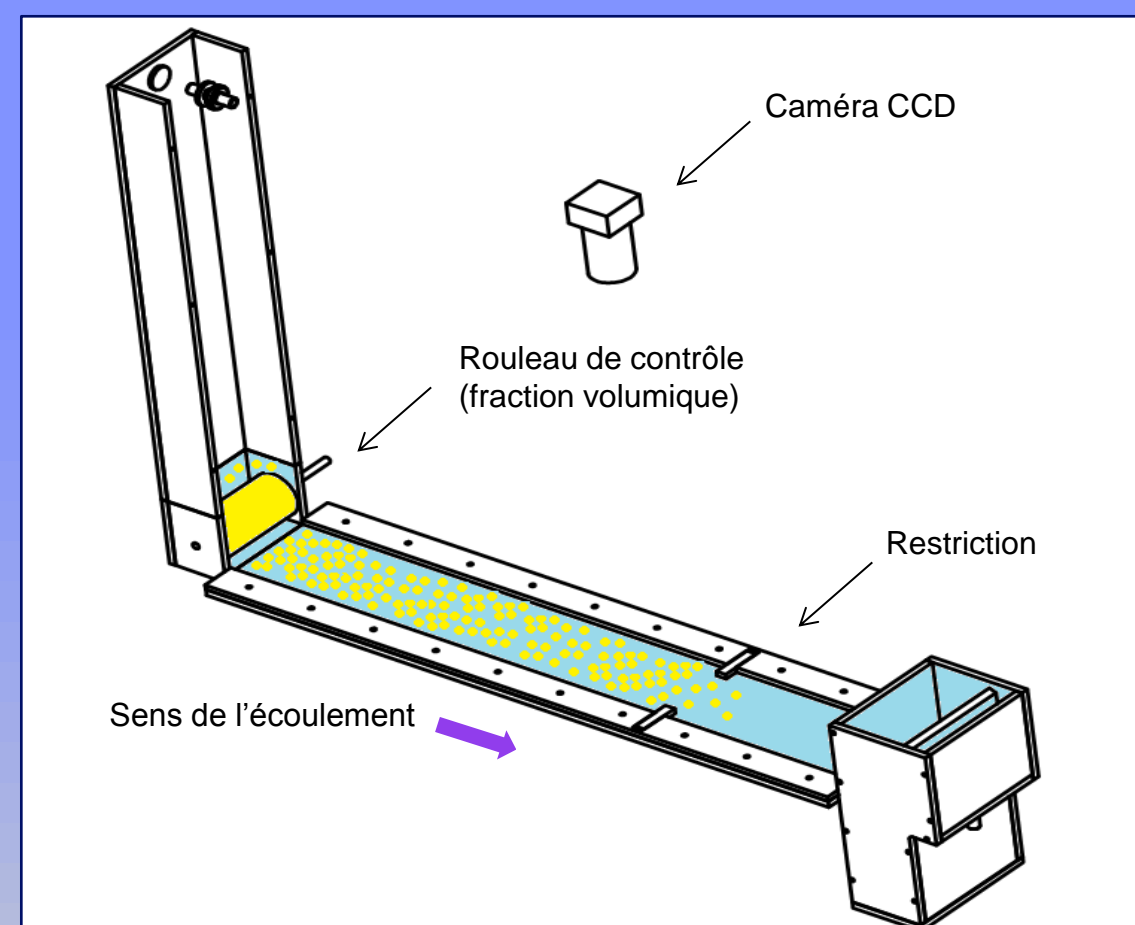
Regroupement en amas de particules (cluster)

Etude du blocage de suspension, compréhension des phénomènes hydrodynamiques et des interactions de contacts

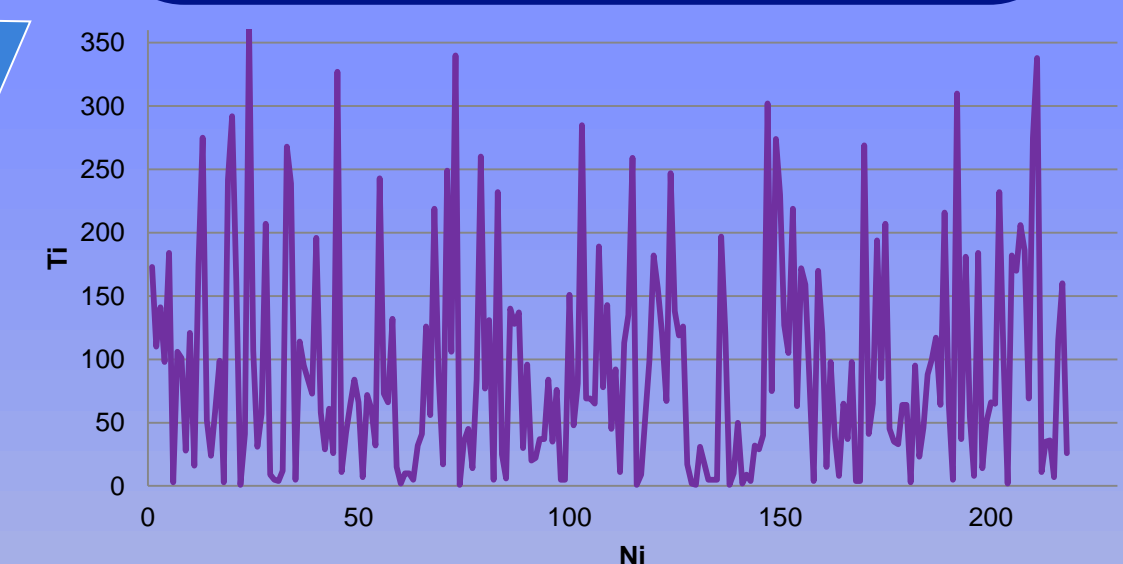
## Matériel et Méthodes

**Acquisition Photo**  
Caméra CCD 200 fps

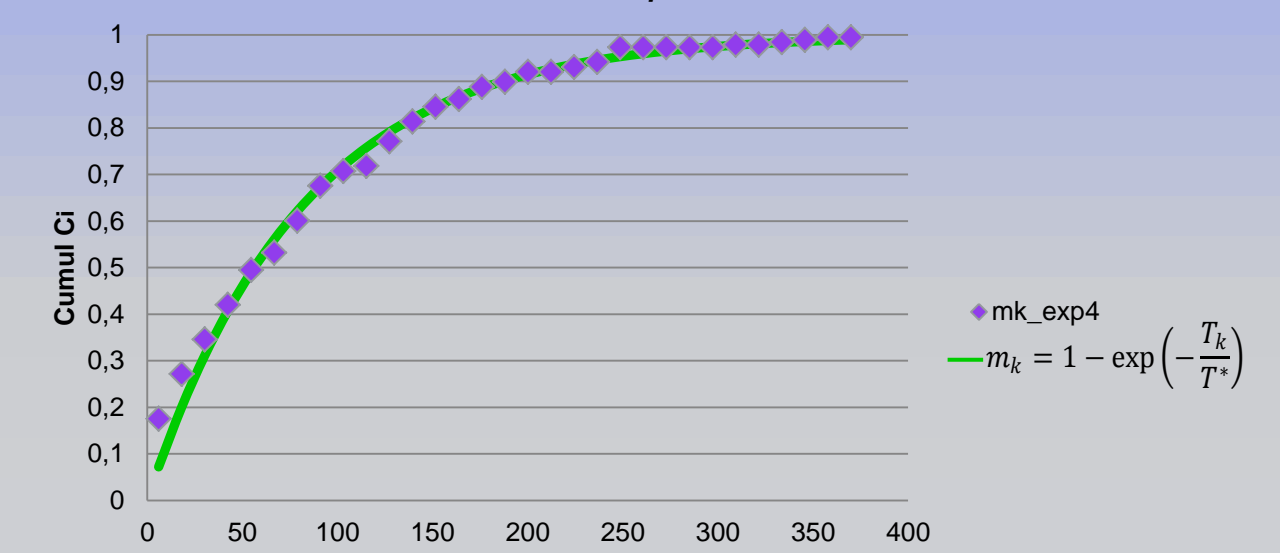
**Traitement d'images**  
Matlab



**Caractérisations**  
Structurales  
Avalanche  
Rapport d'ouverture  $R = \frac{L}{D}$   
Blocage



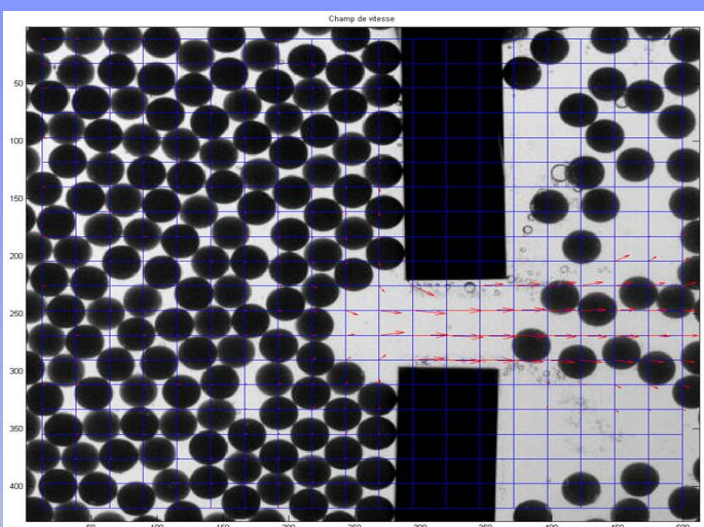
Avalanche pour une ouverture  $R = 2,5$



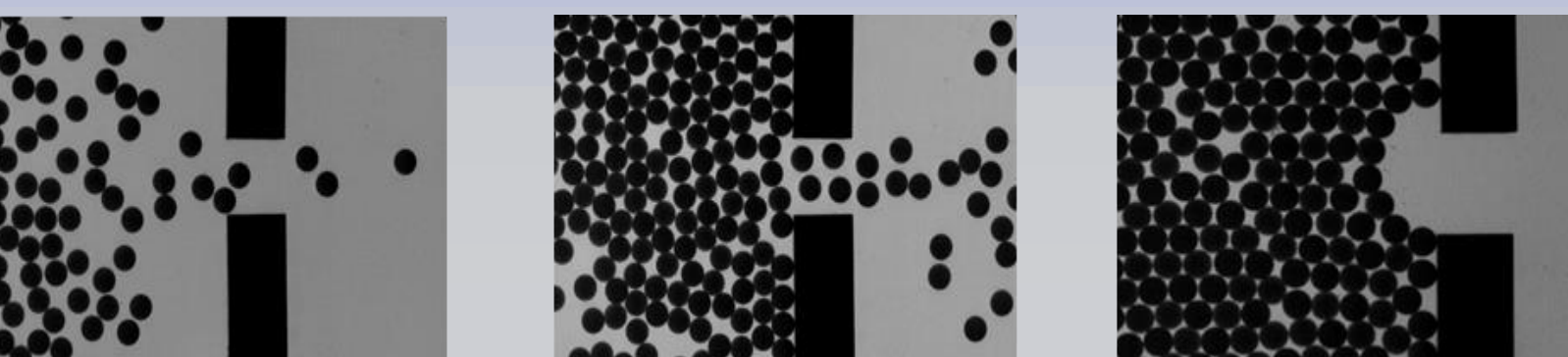
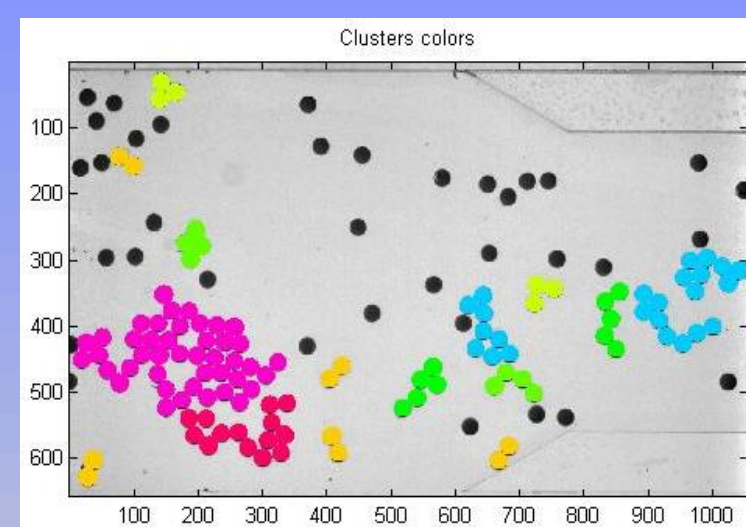
Cumul expérimental et modèle interpolé pour une ouverture  $R = 2,5$

### Caractéristiques de la suspension:

- Bille de 6 mm de polyéthylène
- Mélange eau/glycérol 70 wt%
- $Re [185 - 1480]$   $St < 1$  isodense

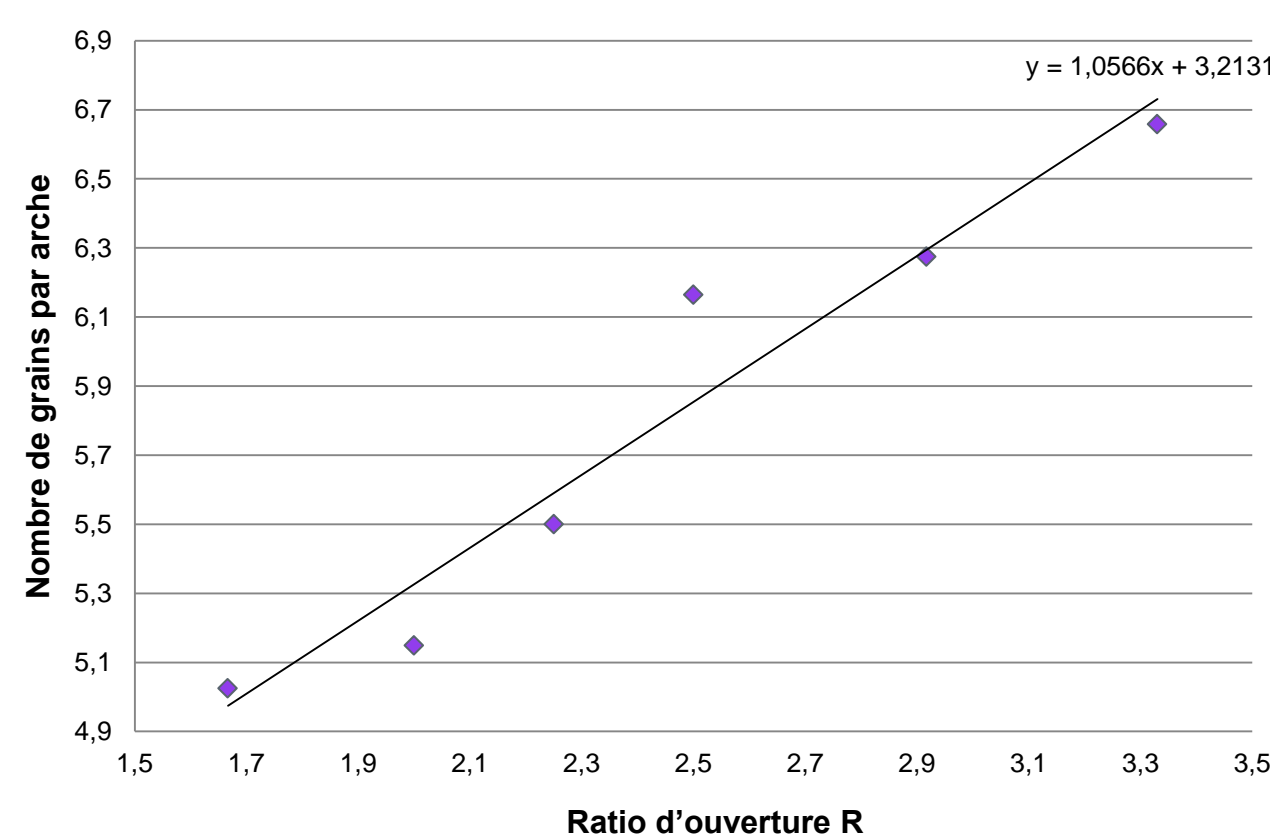


Détection de particules par Matlab (vitesses) + cluster



Blocage de la suspension par une restriction

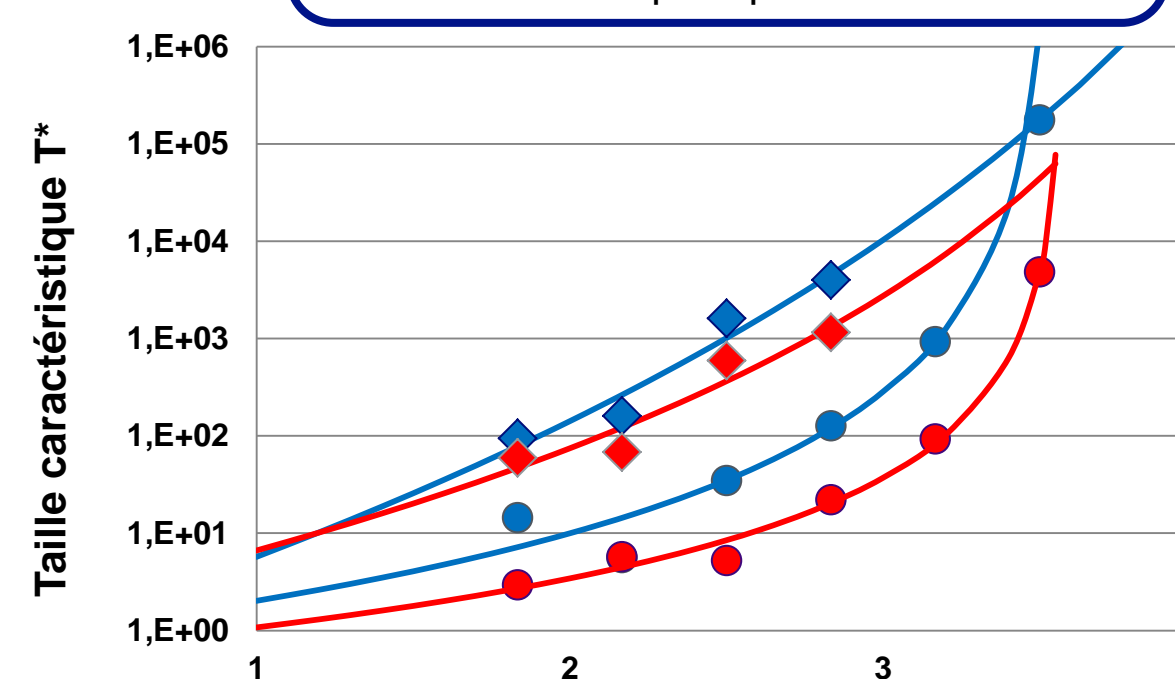
## Résultats



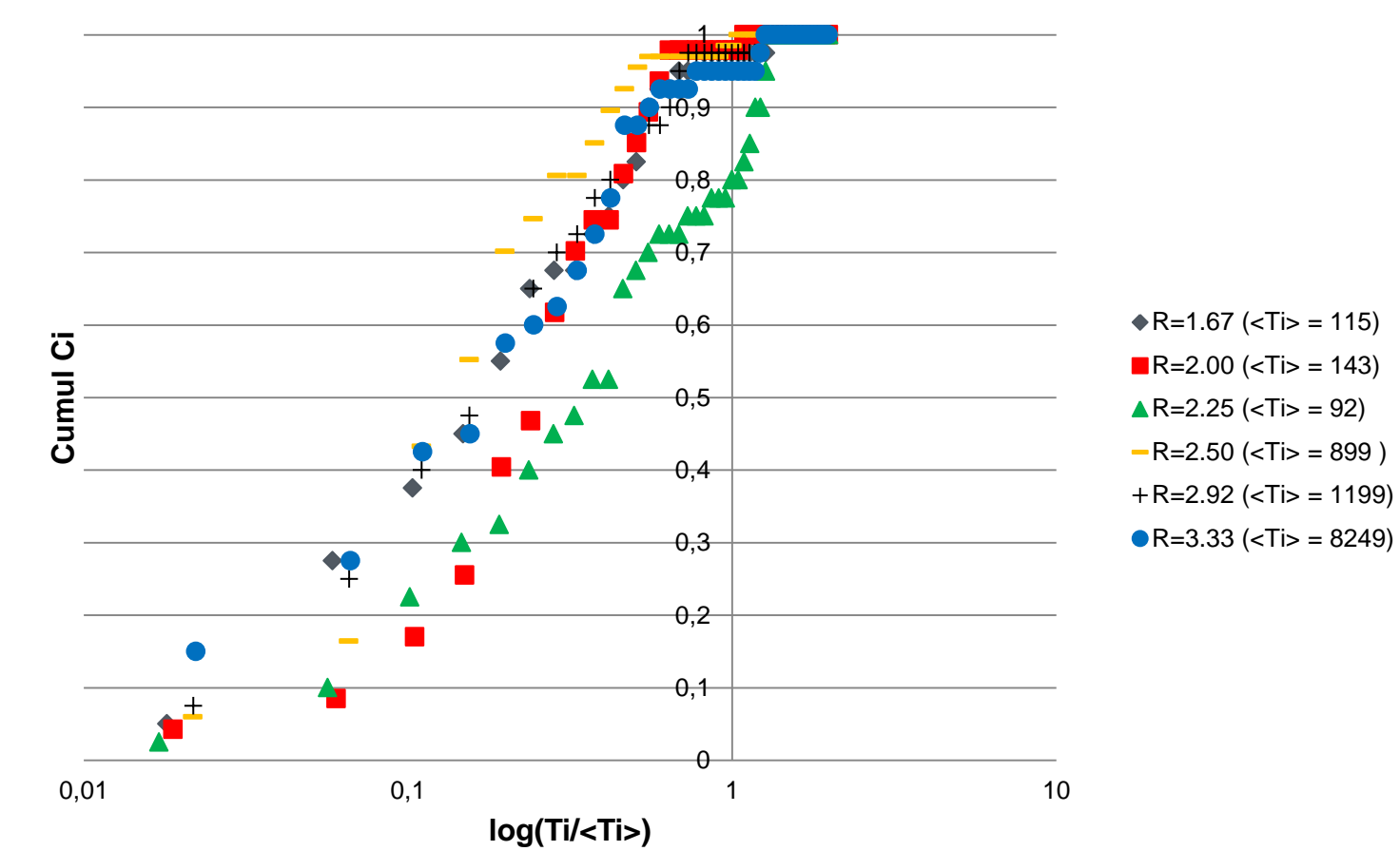
Evolution de la taille d'une arche en fonction du rapport d'ouverture

### Interprétations

- Profil linéaire
- Emergence d'une **ouverture critique  $R_c$**
- Profils similaires pour plusieurs ouvertures



Loi de puissance pour le blocage de billes de 6 mm  
 $T^* \propto (R_c - R)^{-\gamma}$



Influence du ratio sur le cumul

## Conclusions

- Tailles d'avalanches dépendantes du ratio  $R$
- Loi de cumul *indépendante* (loi exponentielle) du rapport d'ouverture  $R$  mais dépend d'un paramètre  $T^*$
- Etude de différentes granulométries.

## Perspectives

- **Influence de la morphologie et de la cohésion de surface** : Tester des formes variables et modifier les contacts entre les particules  $\rightarrow$  force attractive (type Van Der Waals).
- **Simulation** : Réaliser un couplage CFD/DEM.  
CFD  $\rightarrow$  OpenFOAM, opensource et parallélisable.  
DEM  $\rightarrow$  PFC2D/3D du groupe ITASCA. Modélisation des interactions hydrodynamiques et de contacts.