



**HAL**  
open science

## Transition de blocage dans des écoulements de suspensions magnétiques au sein de capillaires

Georges Bossis, Maud Dobler, Yann Grasselli, Alain Ciffreo, Olga Volkova

### ► To cite this version:

Georges Bossis, Maud Dobler, Yann Grasselli, Alain Ciffreo, Olga Volkova. Transition de blocage dans des écoulements de suspensions magnétiques au sein de capillaires. Colloque annuel du GDR CNRS MFA 2799 “ Microgravité Fondamentale et Appliquée ”, Groupe de Recherche CNRS MFA 2799 “ Microgravité Fondamentale et Appliquée ”, Oct 2020, Marseille (en visio), France. pp.87-88. hal-03570728

**HAL Id: hal-03570728**

**<https://hal.science/hal-03570728>**

Submitted on 24 Feb 2022

**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.



**HAL**  
open science

## Transition de blocage dans des écoulements de suspensions magnétiques au sein de capillaires

Georges Bossis, Yann Grasselli, Olga Volkova, Alain Ciffreo, Maud Dobler

### ► To cite this version:

Georges Bossis, Yann Grasselli, Olga Volkova, Alain Ciffreo, Maud Dobler. Transition de blocage dans des écoulements de suspensions magnétiques au sein de capillaires. Oct 2020, 2020, Actes du colloque annuel du GDR CNRS MFA 2799, octobre 2020. hal-03570728

**HAL Id: hal-03570728**

**<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03570728>**

Submitted on 24 Feb 2022

**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.

## Transition de blocage dans des écoulements de suspensions magnétiques au sein de capillaires

Georges Bossis<sup>1</sup>, Maud Dobler<sup>1</sup>, Yan Grasselli<sup>2</sup>, Alain Ciffreo<sup>1</sup>, Olga Volkova<sup>1</sup>

<sup>1</sup>InPhyNi, UMR 7010, CNRS, Université Côte d'Azur, France

<sup>2</sup>SKEMA BS 60 rue Dostoievski, BP085, 06902 Sophia Antipolis, France

Les transitions de blocage s'observent dans des suspensions très concentrées de particules solides. Elles sont presque exclusivement étudiées dans des géométries rotationnelles où la suspension est cisailée entre 2 plans ou 2 cylindres. Cette transition est provoquée par la croissance et la percolation d'agrégats de particules en contact frictionnel et nous avons montré, qu'en utilisant une suspension de particules magnétiques, on pouvait en contrôler l'apparition par application d'un champ magnétique. Pour se rapprocher des conditions d'utilisation de ce phénomène dans des applications de contrôle de transmission de force, nous avons commencé l'étude de cette transition dans des écoulements d'extrusion où le fluide est poussé dans un capillaire par le déplacement d'un piston. Nous présentons les résultats obtenus avec un premier montage expérimental ainsi que les modifications en cours de ce montage destinées à une observation par Rayons X des profils de densité de la suspension.

### Résultats

Dans le dispositif expérimental on mesure la pression en amont du capillaire et on impose la vitesse du piston -donc le débit- à l'aide d'un pousse seringue (marque Cetoni) où la seringue a été remplacée par un cylindre équipé d'un capteur de pression et terminé par un capillaire de diamètre 1.6mm et de longueur 52mm. Le cylindre formant le corps de la seringue est entouré d'une bobine pour pouvoir appliquer un champ magnétique. Sur la figure 1 on a reporté l'évolution de la pression en fonction du temps lors d'une rampe de débit. En l'absence de champ ( $H=0$ ) on a une augmentation soudaine de la pression pour un débit donné qui marque la transition de blocage ; la courbe en pointillé est la courbe théorique basée sur une viscosité constante mesurée par ailleurs. En présence d'un champ (courbe en rouge) le comportement est très différent : la montée de pression avec le débit est progressive et la courbe théorique obtenue à partir des mesures indépendantes en rhéométrie rotationnelle ne suit pas du tout la courbe expérimentale, même aux faibles débits.

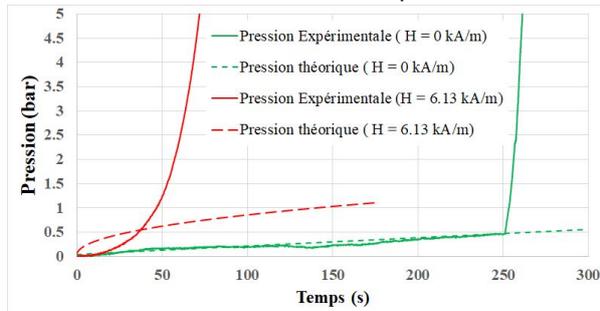


Fig.1 Fraction volumique  $\Phi=64\%$ . Comparaison de l'évolution de la pression lors d'une rampe de débit sans champ ( $H=0$ ) et avec champ ( $H=6.13\text{kA/m}$ ). Les courbes en pointillé représentent la pression théorique obtenue à partir des mesures en rhéométrie rotationnelle

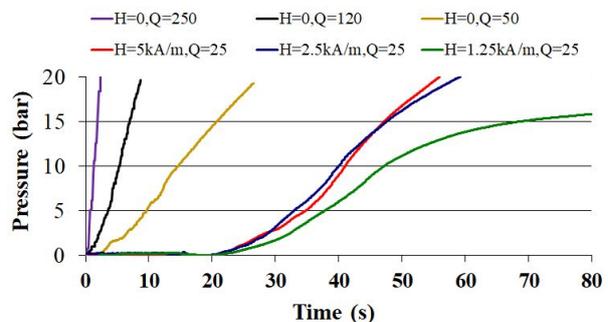


Fig 2. Evolution de la pression en fonction du temps après application d'un palier de débit ( $Q$  en ml/s) pour différentes valeurs de champ et de débit. Le champ est appliqué à  $t=20\text{s}$

Sur la figure 2 on a reporté les montées de pression après blocage, pour 3 débits constants et différents à champ nul, montrant que le temps de montée de la pression dépend essentiellement du débit. Les 3 courbes débutant à  $t=20\text{s}$  ont été obtenues avec un débit constant  $Q=25\mu\text{l/s}$  pour des champs de  $1.2\text{kA/m}$  (courbe verte),  $2.5\text{kA/m}$  (courbe bleue) et  $5\text{kA/m}$  (courbe rouge). On voit d'une part que le temps de montée sature très vite avec le champ mais d'autre part que ce temps de montée est trop lent pour des applications de modulation de force transmise par un dispositif actif. C'est intrigant car la montée de la contrainte dans une transition de blocage en rhéométrie

rotationnelle est inférieure à 0.1s. De la mesure de la conductivité de la suspension sur le cône d'entrée du capillaire, nous en avons déduit que le blocage ne se produisait sans doute pas à l'intérieur du capillaire mais en amont au niveau de la constriction [1] et devait se caractériser par la formation d'un amas plus dense de particules. Pour vérifier ce point nous avons fait des mesures préliminaires de densité par absorption de RX en collaboration avec G. Ovarlez (LOF, Université de Bordeaux) qui a développé une méthode d'analyse de la concentration d'une suspension dans un écoulement (*Journal of Rheology* **62**, 955 (2018)). Sur la Fig.3 on voit la carte de la transmission sur la partie du dispositif comprenant le capteur de pression et le capillaire. Les parties en bleu foncé représentent l'absorption due à des parties métalliques. Malgré la présence de cette absorption parasite on voit sur la Fig. 4 que le profil de transmission varie fortement dans le cône d'entrée (la courbe est normalisée par la transmission obtenue en l'absence d'écoulement au début de l'expérience) avec une transmission nettement plus faible dans une zone proche de l'entrée du capillaire indiquant à cet endroit une densité plus forte de particules.

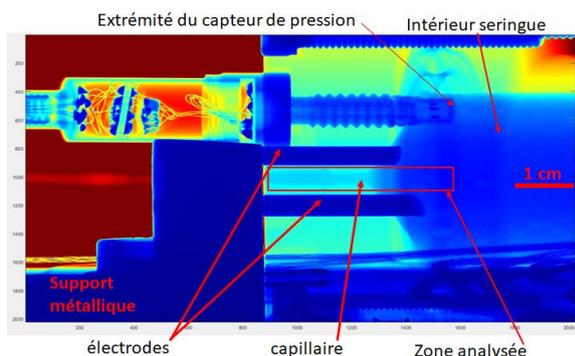


Fig.3 Transmission RX de la transition seringue-capillaire

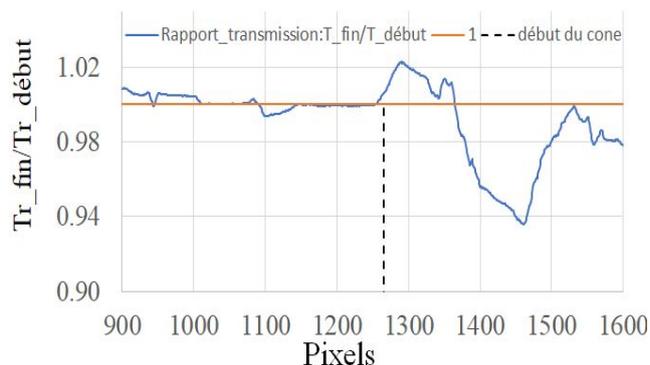


Fig.4 Rapport des transmissions entre le départ et l'arrêt de l'écoulement ; le pointillé indique l'entrée du capillaire

## Perspectives

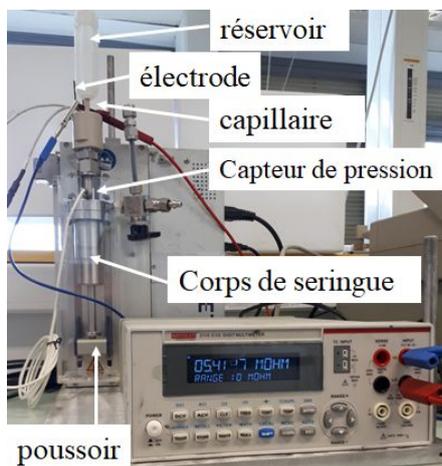


Fig.5 Nouveau dispositif avec un capillaire déporté et interchangeable orientations par rapport à la verticale

Un nouveau dispositif a été réalisé (Fig.5 ci contre) où le capillaire est déporté du corps de la seringue par un tube intermédiaire sur lequel est monté le capteur de pression. Le diamètre de 10mm est suffisant pour que la chute de pression entre le capteur et l'entrée du capillaire soit négligeable. Par ailleurs, contrairement au premier dispositif la partie en Peek comportant le capillaire est amovible de façon à pouvoir étudier l'influence de l'angle du cône d'entrée. Une paire d'électrodes entourant l'orifice d'entrée du capillaire peut être ajoutée pour mesurer le changement de conductivité liée à la présence d'agrégats de particules en contact frictionnel à l'entrée du capillaire.

On pourra avec ce montage avoir une meilleure précision sur la transmission de RX et donc sur le profil de densité de la suspension. L'utilisation de ce montage avec différentes orientations nous permettra aussi de tester l'effet de la gravité sur la transition de blocage dans un capillaire.

## Références 2020

- [1] Bossis G., Grasselli Y., Cifreio A., Volkova O., Tunable discontinuous shear thickening in capillary flow of MR suspensions. *Journal of intelligent Material Systems and Structures* (2020) sous presse <https://doi.org/10.1177/1045389X20959458>.