

Phénomènes de blocage d'écoulement de suspensions concentrées de particules micrométriques"

G.Bossis^a, Y Grasselli^a, A. Meunier^a, R. Morini^a, A. Zubarev^b, O. Volkova^a.

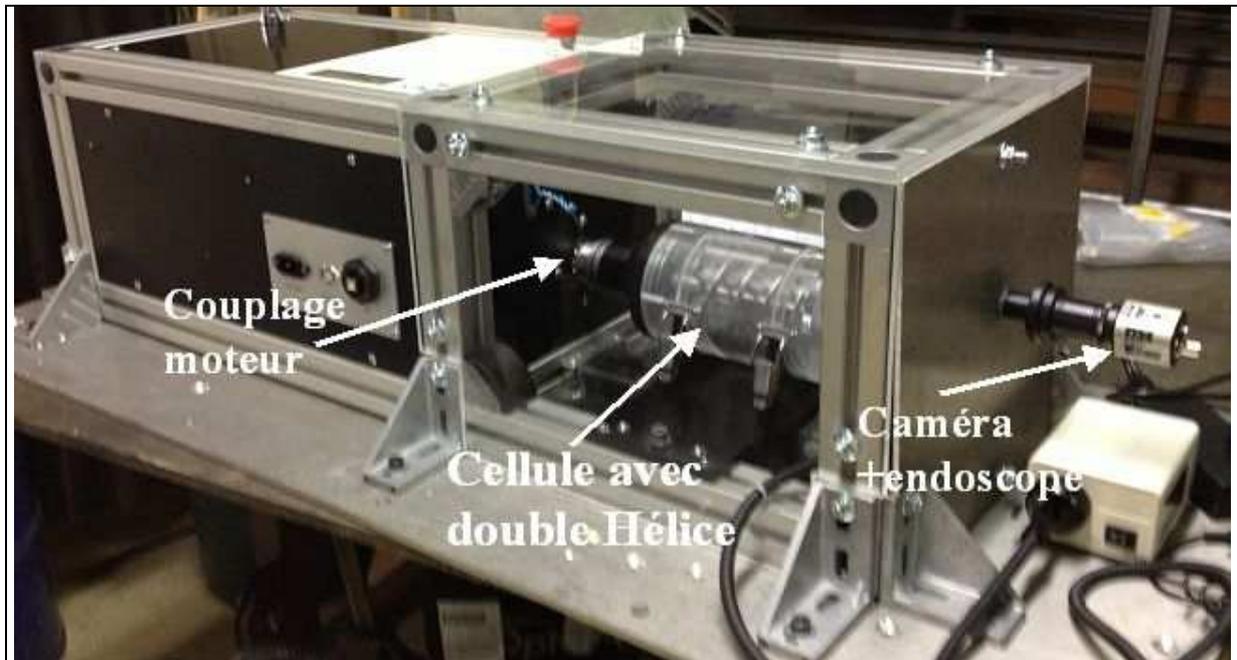
a: LPMC, UMR 7336, UNS, CNRS, Nice b: Dpt de Physique, Université d'Ekaterinbourg,

Introduction

Les fluidifiants sont des polymères qui peuvent considérablement réduire la viscosité des dispersions de particules minérales dans l'eau. Ce sont des polymères très utilisés dans l'industrie du ciment ou du plâtre où l'on cherche à avoir une fraction de solide la plus élevée possible tout en gardant une bonne « coulabilité ». Or les suspensions concentrées ou les milieux granulaires denses sont connus pour présenter des transitions de blocage au dessus d'un certain taux de cisaillement. On cherche à repousser ce taux de cisaillement critique le plus haut possible et à comprendre les facteurs déterminant l'apparition de ce blocage : rôle de la longueur des chaînes de polymère, de leur énergie d'adsorption, de leur densité surfacique, de l'interaction polymère-solvant et polymère-polymère etc.... Le problème expérimental en présence de particules de taille supérieure au micron est alors celui de la gravité : le système devient inhomogène à cause de la sédimentation et les phénomènes de blocage étant très sensibles à de petites variations de fraction volumique, il devient très difficile d'interpréter les résultats. Nous avons donc proposé de faire des expériences en microgravité dans une configuration Couette cylindrique horizontale pour obtenir des résultats non biaisés par la gravité.

Description de l'expérience

Le dispositif expérimental est constitué d'un moteur pas à pas et d'une électronique de contrôle fournis par la société CAD. Ce type de matériel est commercialisé pour des rhéomètres à béton.



Vue du rhéomètre avec sa plaque de base pour la fixation dans l'avion A300-0g

Contrairement aux rhéomètres habituels la cellule doit être étanche pour plusieurs raisons: tout d'abord car c'est une expérience destinée à fonctionner en microgravité où toutes les enceintes contenant un liquide doivent être hermétiques mais aussi car cela prévient l'évaporation et

surtout la dilatation et l'entrée d'air lors des situations de blocage de l'écoulement. La contrepartie c'est l'utilisation de joints et la présence d'un couple de frottement à vide . Cette cellule est du type Couette cylindrique,c'est à dire constituée de 2 cylindres concentriques; le cylindre interne pouvant être remplacé par une double hélice qui a l'avantage d'homogénéiser la suspension. Les premiers essais réalisés avec une géométrie où la partie externe était tournante a nécessité des joints de grand diamètre et a produit un couple de friction trop important (de l'ordre de 5N.cm soit dans notre géométrie une contrainte de $5 \cdot 25 = 125 \text{ Pa}$) Nous avons conçu un autre type de cellule où c'est la partie interne qui tourne et le joint,fixé sur l'arbre, est alors de plus petite dimension .Le couple de friction est maintenant de 1N.cm, ce qui est acceptable compte tenu de la gamme de couple qui va jusqu'à 1000N.cm . L'ensemble du dispositif,représenté sur la figure 1,comprend également une caméra et un endoscope pour visualiser ,à l'aide de traceurs,l'écoulement sur la paroi interne.

Présentation et discussion des résultats

Les premières expériences ont été effectuées sur des suspensions de particules de carbonate de calcium de diamètre moyen voisin du micron avec des fractions volumique de 64% et de 68% . A ces fractions volumiques l'emploi d'un fluidifiant est indispensable pour pouvoir disperser les particules dans l'eau. les fluidifiants utilisés sont des copolymères sous forme de peigne avec l'ossature constituée d'un polycarboxylate et les 'dents' formés par des chaînes polyoxyéthylène. La transition de blocage à $\Phi=68\%$ se traduit par un saut de contrainte très important ,ici à un taux de cisaillement $\dot{\gamma}_c=13 \text{ s}^{-1}$ qui est bien reproductible :sur la figure 1 on a reporté la contrainte en fonction du taux de cisaillement pour 5 expériences successives.

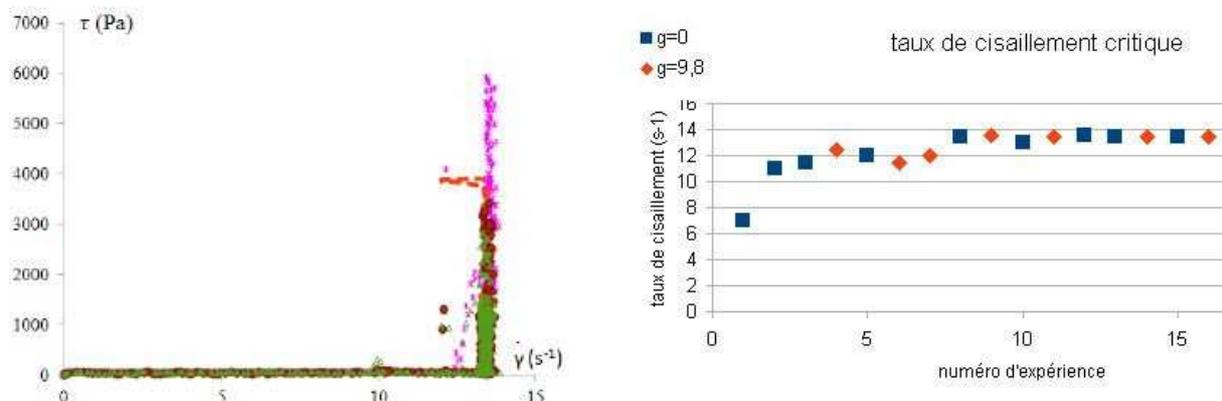


Fig 2 Reproductibilité du taux de cisaillement critique sur 5 expériences (points bleus) et en gravité normale (points rouges)

Des travaux antérieurs ont proposé que ,dans les suspensions denses, l'occurrence de la contrainte seuil et des bandes de cisaillement étaient fortement liées à la gravité (A.Fall et al P.R.L.. 103(2009)178301). Nous avons tenté de mettre en évidence le rôle de la gravité sur les transitions de blocage en alternant les expériences en gravité normale et en apesanteur tout récemment dans l'A300-0g. Les résultats principaux sont présentés sur la figure 2 où les points bleus et rouges indiquent respectivement les expériences menées en 0g et en gravité normale. Si au début on observe une légère augmentation du cisaillement critique avec la répétition des expériences, par contre on n'observe aucun changement entre microgravité et gravité normale.

Nous allons maintenant refaire des expériences avec la cellule en position verticale ,toujours à $\Phi_v=68\%$ pour voir si ,dans cette position, les résultats diffèrent de la position horizontale en gravité normale. Ces résultats seront prochainement soumis à publication.