



HAL
open science

Comportement irréversible de suspensions de fibres non-Brownienne

Maude Ferrari, Mathieu Jenny, Sébastien Kiesgen de Richter

► **To cite this version:**

Maude Ferrari, Mathieu Jenny, Sébastien Kiesgen de Richter. Comportement irréversible de suspensions de fibres non-Brownienne . Groupe Français de Rhéologie, Oct 2017, Nice, France. hal-01678341

HAL Id: hal-01678341

<https://hal.univ-lorraine.fr/hal-01678341v1>

Submitted on 9 Jan 2018

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.

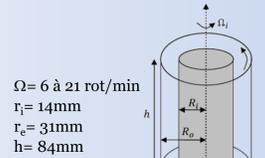
L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Maude Ferrari, Mathieu Jenny, Sébastien Kiesgen de Richter
LEMTA (Université de Lorraine, CNRS, UMR 7563)

Introduction

L'étude de la rhéométrie de suspension de fibres non-Brownienne dans un dispositif de Taylor-Couette est faite selon deux approches. La rhéologie globale est analysée de manière classique avec un rhéomètre et les informations sur la rhéologie locale sont déduites des profils de vitesse obtenus par mesures IRM. L'étude est menée pour différents taux de cisaillement et fractions volumiques.

Conditions expérimentales

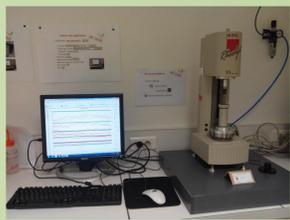


Fibres textiles (500µm ø 18µm)
Suspension isodense (glycérol)
 $0 < \phi < 0,164$



Dispositif de Taylor Couette qui s'adapte sur le rhéomètre et dans le spectromètre RMN

Rhéologie globale



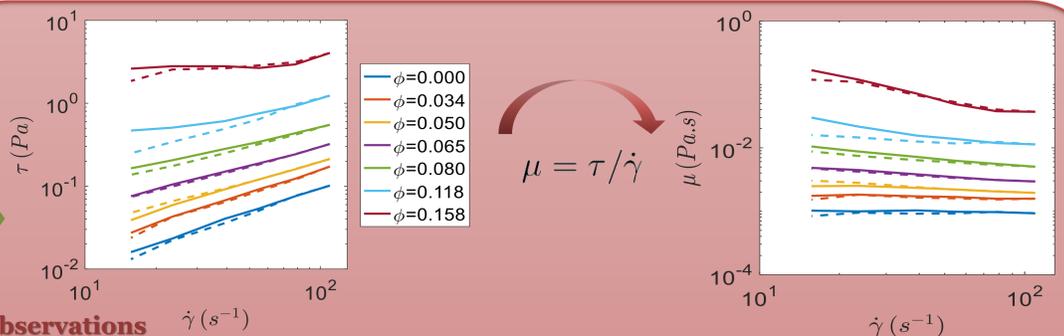
Rhéomètre utilisé pour mesurer le couple T appliqué au cylindre interne pour différentes fractions volumiques ϕ .

Procédure : plateau de vitesse imposé afin de vérifier que l'état stationnaire est atteint.

TA Instruments AR 1000

Rampe de vitesse de rotation Ω croissante (—) puis décroissante (---)

$$\dot{\gamma} = 2\Omega r_e^2 / (r_e^2 - r_i^2)$$



Observations

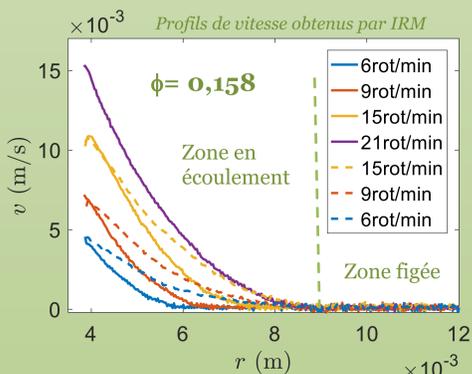
- Effet irréversible pour $\phi \geq 0,08$ (montée et descente non superposables)
- Fluide à seuil pour $\phi \geq 0,118$ (plateau τ vs $\dot{\gamma}$ = localisation)
- Fluide rhéofluidifiant pour $\phi > 0,05$ (Δ de μ quand $\dot{\gamma} \nearrow$)

Rhéologie Locale

Mise en évidence du caractère irréversible et présence d'un seuil

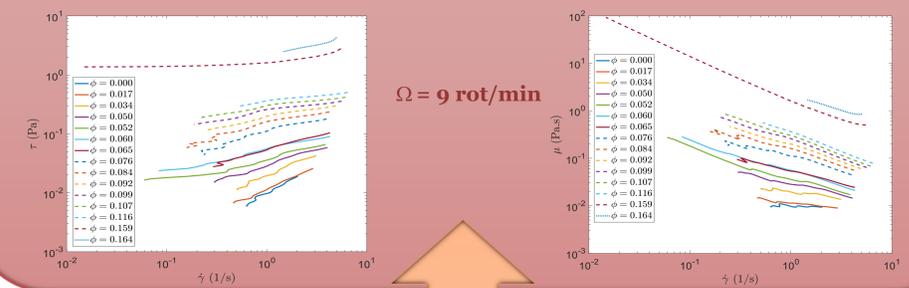


Avance III Bruker 14,1T
Séquence d'écho de spin
Résolution 30µm



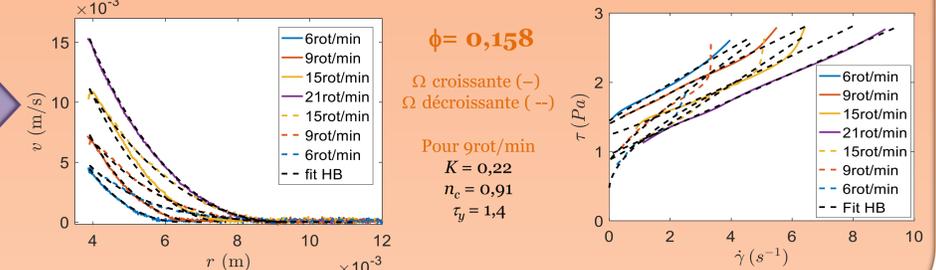
Caractère rhéopaisissant à fort taux de cisaillement

- Caractère **rhéofluidifiant** pour $\phi > 0,017$ (Δ de μ quand $\dot{\gamma} \nearrow$)
- Présence d'un **seuil** lorsque $\phi \geq 0,159$ (plateau τ vs $\dot{\gamma}$ = localisation)
- Caractère **rhéopaisissant** pour $\phi \geq 0,159$ et à $\dot{\gamma}$ élevé (« jamming »)



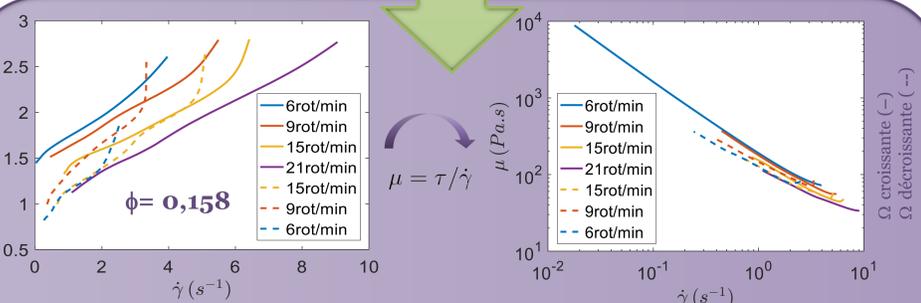
Les limites du modèle Herschel-Bulkley (« jamming »)

Ajustement des profils expérimentaux par une loi HB : $\tau = K \dot{\gamma}^{n_c} + \tau_y$ avec K , n_c et τ_y optimisés en minimisant l'écart entre les profils théoriques et expérimentaux



$\phi = 0,158$
 Ω croissante (—)
 Ω décroissante (---)
Pour 9rot/min
 $K = 0,22$
 $n_c = 0,91$
 $\tau_y = 1,4$

Modèle non satisfaisant proche du « jamming » (caractère rhéopaisissant)



- * Contrainte de cisaillement local $\tau(r) = \frac{C}{r^2}$ avec $C = \frac{T}{2\pi h}$
- * Couple T est celui de la rhéologie globale
- * Taux de cisaillement $\dot{\gamma}$ est issu des profils IRM (dérivée de la vitesse)

Conclusion

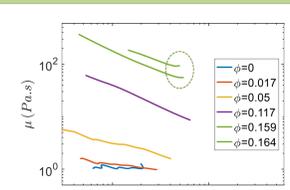
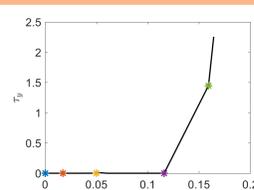
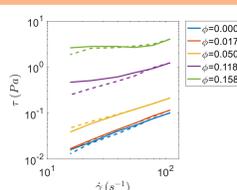
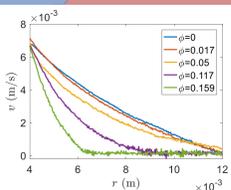
Peu ou pas d'interaction entre les fibres
Viscosité constante
Profil de vitesse : tout le fluide est en écoulement

Organisation et orientation des fibres
Caractère irréversible
Viscosité décroît

Zone figée dans le profil de vitesse

Pour des $\dot{\gamma}$ élevés
Blocage des fibres (« jamming »)
Fraction volumique critique

$\phi = 0$ (solvant) **Newtonien** $\phi = 0,017$ **Rhéofluidifiant** $\phi = 0,05$ Caractère irréversible $\phi = 0,117$ **Fluide à seuil** $\phi = 0,159$ $\dot{\gamma}$ élevé **Rhéopaisissement**



Stéphane Rodts, François Bertrand, Sébastien Jarny, Philippe Poullain, Pascal Moucheron, **Développements récents dans l'application de l'IRM à la rhéologie et à la mécanique des fluides** *Comptes Rendus Chimie*, 7 (2004) 275-282
A. Fall, F. Bertrand, D. Hautemayou, C. Mezière, P. Moucheron, A. Lemaître, and G. Ovarlez, **Macroscopic Discontinuous Shear Thickening versus Local Shear Jamming in Cornstarch**, *Phys. Rev. Lett.* 114 (2015) 098301