

# Caractérisation des propergols sous haute contrainte de cisaillement

Chris Forrest KOUAM SONGKE

Master Ondes, Atomes, Matière, Université Côte d'Azur, Nice, France

Encadré par Elisabeth Lemaire, Serigne Touba LO

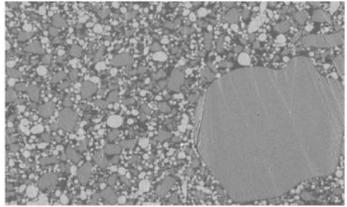
Institut de Physique de Nice



## Résumé

Nous présentons une méthode novatrice, l'équivalence de Couette cylindrique, pour caractériser la rhéologie des propergols sous haute contrainte de cisaillement. Contrairement à la méthode traditionnelle, cette approche permet de mesurer les viscosités à des contraintes supérieures à 200 pascals. Les expériences menées sur cinq compositions de propergols ont montré des résultats prometteurs, suggérant que cette méthode peut fournir des informations précieuses sur les propriétés des propergols dans des conditions extrêmes. Des mesures complémentaires sont nécessaires pour confirmer la validité des résultats.

## Utilité des propergols



En gris clair : Particules de Al

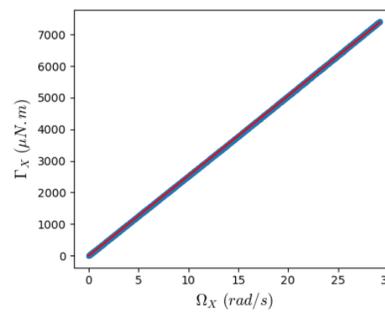
Application: propulsion

En gris foncée : Particules de  $\text{NH}_4\text{ClO}_4$

## Propergols modèles inertes

Composants	Compo 1 - Réf (% massique)	Compo 2 - Réf sans DOZ (% massique)	Compo 3 - "que des fines" (% massique)	Compo 4 - "que des grosses" (% massique)	Compo 5 - "compacité max" (% massique)
PBHT	13	19	19	19	10,5
DOZ	6				4,5
Alu 5µm	45	45	45		15
Alu 30µm				45	10
KCL b 200 µm	10	10		36	45
KCL D					10
KCL F	26	26	36		5

## Détermination des coefficients $M_X$ et $A_X$



Etalonner avec un fluide newtonien afin de déterminer  $M_X/A_X$ .

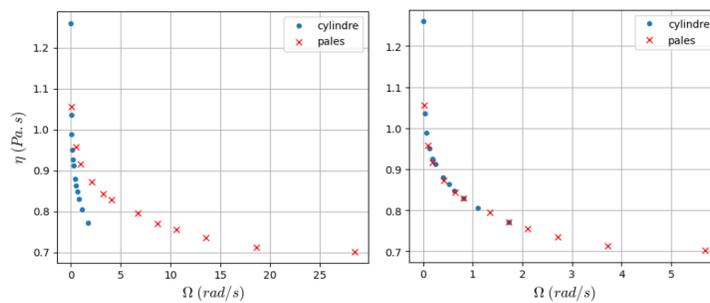
$$\Gamma_X = 2,45 \cdot 10^{-4} \Omega_X$$

$$\eta_0 = \frac{\sigma}{\dot{\gamma}}$$

$$\frac{M_X}{A_X} = \frac{\eta_0}{\Gamma_X/\Omega_X} = 4490 \text{ rad/m}^3$$

Avec,  $\eta_0 = 1,1 \text{ Pa}\cdot\text{s}$

Utiliser un fluide rhéofluidifiant pour déterminer  $A_X$ .

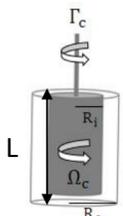


$$\frac{\Omega_X}{\Omega_C} = \frac{A_C}{A_X} = 5$$

$$A_X = \frac{A_C}{5} = \frac{22,4}{5} = 4,46 \text{ rad}^{-1}$$

$$M_X = 20,025 \cdot 10^3 \text{ Pa/N}\cdot\text{m}$$

## L'équivalence de couette cylindrique



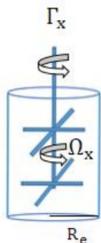
$$\sigma_c = \frac{\Gamma_c}{2\pi r^2 L} \text{ et } \dot{\gamma}_c = A_C \Omega_C \quad [1]$$

$$\text{Avec } A_C = \frac{R_e + R_i}{2(R_e - R_i)}$$

$\Gamma_c$ : moment de forces de frottement

$\Omega_C$ : vitesse angulaire de rotation

Couette cylindrique et schéma descriptif



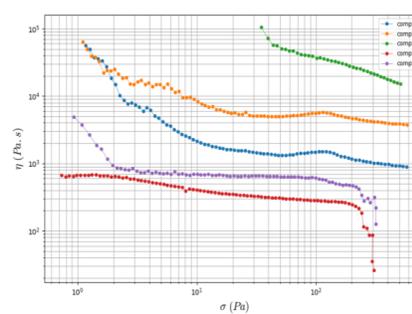
$$\sigma_X = M_X \Gamma_X \text{ et } \dot{\gamma}_X = A_X \Omega_X \quad [2]$$

$M_X$  et  $A_X$  inconnues

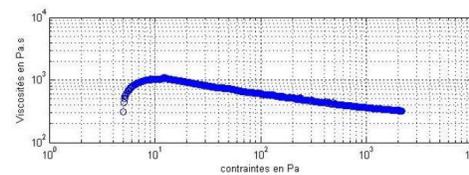
Géométrie à pales et schéma descriptif

**Protocole:** Imposer un couple à la suspension afin de mesurer la vitesse angulaire correspondante

## Comparaison des résultats géométrie traditionnelle et géométrie à pales

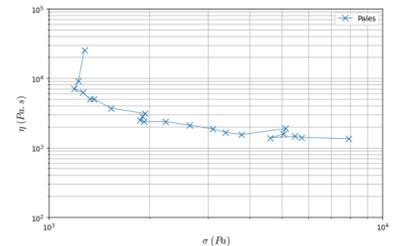


Viscosités des 5 compositions en plan-plan



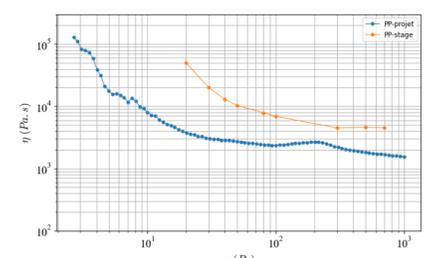
Viscosités de la composition 4 avec la géométrie à pales

=> Apparition du plateau des viscosités



Viscosité de la composition 1 avec la géométrie à pales

=> Viscosité différente de celle obtenue en plan-plan



=> Evolution de la suspension au cours du temps

## Conclusions et perspectives

- La méthode de l'équivalence de Couette cylindrique que nous avons employée révèle des résultats prometteurs qui nécessitent encore une confirmation approfondie.
- Il est essentiel de considérer les éventuelles modifications des propriétés des propergols au cours du temps.

1 Macosko, C. W. (1994). Rheology: principles, measurements, and applications. Wiley-VCH, New York.

2 Choplin, L., and P. Marchal, 2007, Rhéologie 12, 9.