



Mise en place d'un dispositif microfluidique pour la caractérisation in-situ de la structure et des propriétés rhéologiques de gels de peptides modèles issus du gluten présentant des propriétés élastomériques

C. Charbonneau^{*1}, A. Banc¹, L. Ramos¹, M. H. Morel², D. Laux³, J. Leng⁴, J. B. Salmon⁴

¹ L2C (UMR-CNRS 5221) – UM2, Montpellier ; ² IATE (UMR IATE) – INRA, Montpellier ; ³ IES (UMR 5214) – UM2, Montpellier ; ⁴ LOF (UMR 5258 Rhodia) – Université de Bordeaux 1, Bordeaux

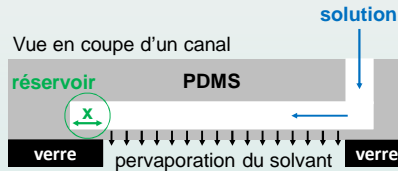
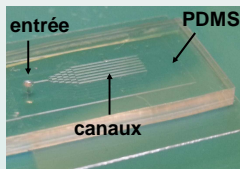
* celine.charbonneau@um2.fr

Introduction

Les élastomères (réseaux de chaînes de polymère réticulées) sont reconnus pour leurs propriétés mécaniques remarquables telles qu'une forte résistance à la déformation avant rupture. Des systèmes possédant une bonne tenue mécanique sont également naturellement présents dans notre quotidien ; par exemple les **protéines « de réserve » du blé (= gluten)**. Plus particulièrement, ce sont les gluténines (protéines de fortes masses molaires et composées des ponts disulfure) contenues dans le gluten qui confèrent à la pâte à pain toute son élasticité. Cependant, les mécanismes sous-jacents régissant les propriétés mécaniques ne sont pas encore totalement élucidés ; c'est pourquoi nous proposons d'étudier la **structure** et les **propriétés rhéologiques** de systèmes moins complexes à base de **peptides modèles** de séquences peptidiques inspirées des gluténines. Par ailleurs, le coût de production des peptides étant relativement onéreux, nous proposons de **développer un outil** d'analyse miniaturisé, de type **microfluidique**, qui requière peu de matière.

Développement du microévaporateur

Principe : on fait passer dans les canaux une solution diluée de peptides. Par **pervaporation du solvant** à travers la membrane en PDMS, on concentre progressivement le système en bout de canal (Leng. J. et al. Langmuir, 2007 ; Moreau, P. et al., Appl. Phys. Lett., 2009).



- Canaux** :
- longueur = 18 mm,
 - largeur = 100 µm,
 - hauteur = 30 µm
- Membrane** :
- épaisseur = 30 µm

Flux en compétition conduisant à la concentration de la solution : **diffusion** et **convection** → **gradient de concentration**

Objectif : étudier l'évolution des propriétés physico-chimiques des solutions de peptides au cours de la concentration du système in-situ les canaux par **SAXS** (structure), **microrhéologie** passive et **rhéo-acoustique** (propriétés rhéologiques)



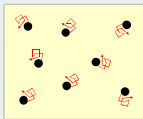
Microrhéologie passive basée sur le suivi du mouvement brownien de particules

- Création d'un **réservoir** par ajout d'une plaque de verre à une distance $x = 100 \mu\text{m}$ du bout du canal
-> suppression du **processus de convection** (Salmon, J.-B. et al. J. Appl. Phys., 2010)
- **Concentration constante** dans le réservoir : remplacer la solution de peptides par le **solvant pur**
-> $t_{\text{équilibre}} = x^2 / D$ (D : coefficient de diffusion)

Etude in-situ des propriétés physico-chimiques des solutions

Propriétés rhéologiques

Microrhéologie passive

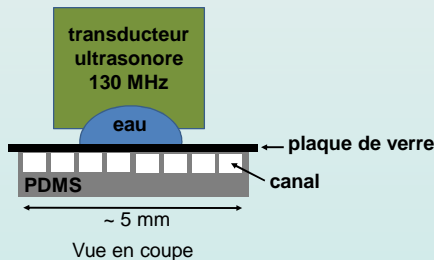
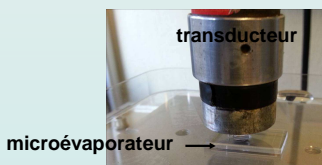


Stokes-Einstein

$$D = \frac{kT}{6\pi\eta_{\text{solution}}R_h}$$

Par microscopie : mesure du déplacement de particules de latex -> η_{solution}
Limite de la technique : faible viscosité → **Rhéo-acoustique**
($\eta < 1 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ pour $d_{\text{particule}} = 1 \mu\text{m}$)

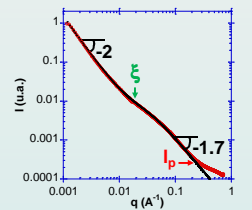
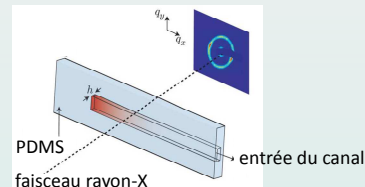
Rhéo-acoustique - microscopie acoustique haute fréquence focalisée



Perspective : par analyse des signaux en profondeur, suivre l'évolution de la vitesse de propagation des ondes acoustiques focalisées dans la solution au cours du temps (balayage axial)

Structure : SAXS

Run prévus à SOLEIL (Saclay) et à l'ESRF (Grenoble) fin 2014



Exemple : gluten : $\Phi = 0,18$, $\text{H}_2\text{O}/\text{éthanol}$ (50/50 %v/%v)

Perspective : étude in-situ de la structure interne du système au cours de la concentration (= organisation des peptides dans les solutions)

Conclusion

La mise en place d'un outil microévaporateur et des techniques d'analyse adaptées à ce dernier permettront de mesurer in-situ et au cours de la concentration du système la structure et les propriétés rhéologiques des gels de peptides modèles issus du gluten.

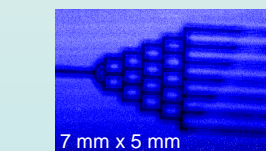


Image ultrasonore des canaux vides