

CV Académique

Jalal DEHMOUNE

Docteur en physique de la matière condensée

Ingénieur en mécanique des fluides

Master 2 Rhéologie, Mécanique et Physique des Matériaux Fluides

Mots clés : rhéologie, caractérisation sous écoulement, microfluidique, fluides complexes.

Site web : j.dehmoune.free.fr

Sommaire

I. Curriculum Vitæ	page 3
I.1. Etat civil	page 3
I.2. Cursus Universitaire	page 3
I.3. Compétences particulières	page 4
II. Publications	page 5
II.1. Livre et revues avec comité de lecture	page 5
II.2. Actes de colloque	page 5
II.3. Communications orales, posters et séminaires	page 6
III. Activités de recherche	page 7
III.1. Synthèse de mes activités de recherche	page 7
III.2. Structuration sous écoulement de fluides matériaux	page 8
III.3. Instrumentation de puce microfluidique pour le criblage des diagramme de phases	page 9
III.4. Criblage des diagrammes de phases par microfluidique	page 10

I. Curriculum Vitæ

I.1. Etat civil

Cette rubrique n'est pas mise en ligne.

Site web : *j.dehmoune.free.fr* rubrique *contact*

I.2. Coursus universitaire

2004–2007

Doctorat en Physique de la Matière Molle.

Rhéoépaississement de systèmes auto-associatifs de la famille de C_nTAB .

Thèse soutenue le 19/12/2007 devant le jury : A. Colin, J.-F. Berret, M.-J. Stébé, S. Manneville.

Thèse dirigée par J.-P. Decruppe et H. Xu.

Laboratoire de Physique des Milieux Denses, Université Paul Verlaine de Metz.

2003–2004

Master 2 Recherche Mécanique Energétique et Ingénierie.

Option Rhéologie, Mécanique et Physique des Matériaux Fluides.

Laboratoire de Rhéologie, Institut National Polytechnique de Grenoble.

2000–2003

Ingénieur en Hydraulique.

Faculté d'Architecture et de Génie Civil, Université d'Oran.

1998–2000

Préparation aux cycles d'Ingénieur.

Faculté des Sciences, Université d'Oran.

I.3. Compétences particulières

Microfluidique

Microévaporation, criblage des diagrammes de phases.
Couplage microfluidique : microrhéologie, spectroscopie Raman et microscopie optique, confocal.
Micro-structurations spontanées et contrôlées.
Écoulement, quantifications et stockage nanolitrique de solutés.

Microfabrication

Photolithographie 2D et 3D, moules en résine SU8 et film photosensible.
Moulage et collage du PDMS. Conception et manipulation de membranes en PDMS.
Dépôt de couches minces par évaporation (ex. électrode en or), initiation à la gravure du verre.
Mesures sous pointes. CAO de masques sous Clewin.

Rhéologie

Rhéométrie linéaire et non linéaire à contrainte et à cisaillement imposés. Écoulement de fluides complexes autour d'obstacles. MicroRhéologie par imagerie confocale en microfluidique.

Caractérisation de fluides-matériaux sous écoulement

Visualisations, biréfringence d'écoulement, vélocimétrie ultrasonore et SANS.

Haut débit

Miniaturisation et criblage moyen et haut-débit de conditions physico-chimiques en robotique. Couplage microfluidique robotique.

Laboratoire

Équipier de première intervention, Hygiène, Sécurité et Environnement (formation Rhodia)
Initiation aux brevets (formation interne Rhodia).
Systèmes de gestion des produits chimiques. Déclaration mensuelle de l'exposition physico-chimique.

Informatique

Bureautique, Namo Web Editor, Frontpage et Latex.
MS Project, Origin. Bases en Delphi, Matlab et Labview (Contrôle de banc d'essais).
HTML, SPIP (y compris kit du CNRS ex. j.dehmoune.free.fr). Bases en PHP et MySQL.

Encadrement

2009–2010
Formation d'étudiants de M2 dans la microfabrication et la microfluidique en salle blanche.
2007
Co-encadrement M1 sur le comportement rhéologique de systèmes micellaires binaires.
2007
Travaux Pratiques M2 rhéométrie et granulométrie laser de différents matériaux modèles.

Administratif

Demande de devis, commandes de matériels et de prestations. Suivi de travaux d'aménagement de salle d'expérience d'optique.

Langues

Anglais : bon niveau technique à l'écrit et à l'oral (rédactions d'articles et conférences internationales).
Arabe littéraire : maîtrise.

II. Publications

II.1. Livre et articles avec comité de lecture

1. **J. Dehmoune**, J.-P. Decruppe et S. Manneville.
Local Velocity Measurements in Shear Thickening Micellar Solutions of C_n TAB/NaSal at 3mM/3mM.
Langmuir, 27(3), pp 1108-1115 (2011). [DOI : 10.1021/la103572c].
2. **J. Dehmoune**, J.-P. Decruppe, O. Greffier, H. Xu et P. Lindner.
Shear thickening in three surfactants of the alkyl family : a small angle neutron scattering and rheological study.
Langmuir, 25(13), pp 7271-7278 (2009). [DOI : 10.1021/la900276g].
3. P. Moreau, **J. Dehmoune**, J.-B. Salmon et J. Leng.
Micro-Evaporators with Accumulators for the Screening of Phase Diagrams of Aqueous Solutions.
Applied Physical Letter, 95(1) (2009) [doi :10.1063/1.3159811].
4. **J. Dehmoune**, J.-P. Decruppe, O. Greffier et H. Xu.
Rheometric Investigation on the Temporal Shear Thickening of Dilute Micellar Solutions of C_{14} -, C_{16} - and C_{18} TAB/NaSal.
Journal of Rheology 52(4), 923-940 (2008). [DOI : 10.1122/1.2933352].
Article retenu dans Virtual Journal of Nanoscale Science & Technology - Vol. 17, Iss. 26 (2008).
5. **J. Dehmoune**
Rhéoépaississement de système auto-associatifs de la famille C_n TAB.
Edilivre - collection universitaire (2008). www.edilivre.com/doc/8512. [ISBN : B76-2-35807-845-8].
6. **J. Dehmoune**, J.-P. Decruppe, O. Greffier et H. Xu.
Rheometric and Rheo-Optical Investigation on the Effect of the Aliphatic Chain Length of the Surfactant on the Shear Thickening of Dilute Wormlike Micellar Solutions.
Rheologica Acta 46, 1121-1129 (2007). [DOI : 10.1007/s00397-007-0206-7]
7. **J. Dehmoune**, P. Moreau, J.-B. Salmon, J. Leng.
Microfluidic Device for the Screening of Phase Diagrams of Aqueous Solutions.
Article en préparation.
8. **J. Dehmoune** et J. Leng.
Periodic precipitation patterns of polymers in microfluidic device.
Lettre en préparation.

II.2. Actes de colloque

1. **J. Dehmoune**, P. Moreau, J.-B. Salmon et J. Leng.
Plate-forme microfluidique pour l'étude des diagrammes de phases de solutions aqueuses.
19ème Congrès Français de Mécanique, Marseille, 24-28 août 2009.
2. **J. Dehmoune**, J.-P. Decruppe, O. Greffier et H. Xu.
Journées des Jeunes Rhéologues, Groupe Français de Rhéologie, Lyon, mars 2006.

II.3. Communications orales, posters et séminaires

Conférences

- 19ème Congrès Français de Mécanique, Marseille, août 2009.
5th Annual European Rheology Conference. ESR, Cardiff (Royaume Uni), avril 2009.
42ème Colloque du Groupe Français de Rhéologie, Clermont-Ferrand, oct. 2007.
4th Annual European Rheology Conference. ESR, Naples (Italie), avril 2007.

Séminaires

- Laboratoire de Spectroscopie Physique, Grenoble, mars 2010.
Laboratoire du Futur, Bordeaux, fév. 2008.
3rd France-Russia Seminar, Metz, nov. 2007.
Laboratoire de Rhéologie des Fluides Complexes, Oran (Algérie), jan. 2006.

Workshops

- Groupement d'Intérêt Scientifique : microfluidique et matériaux, Bordeaux, mai 2009.
Journée scientifique de l'Institut Jean Barriol, Pont-à-Mousson, oct. 2007.
Journée scientifique de l'École Doctorale LCPM (Sesames), Metz, oct. 2006.
Journées des Jeunes Rhéologues, Groupe Français de Rhéologie, Lyon, mars 2006.

Communications par affiche (poster)

- Gordon Research Conference, Microfluidics, Physics & Chemistry, Barga (Italie), juillet 2009.
GDR micro nanofluidique, ENSCPB, Bordeaux, mai 2009.
4th Annual European Rheology Conference. ESR, Naples (Italie), avril 2007, (2 posters).
3rd Annual European Rheology Conference. ESR, Hersonisos (Grèce), avril 2006, (2 posters).

III. Activités de recherche (6 ans)

III.1. Synthèse de mes activités de recherche

2009–2010 : Chercheur temporaire du CNRS

Criblage des diagrammes de phases de systèmes modèles.

Le dispositif microfluidique conçu a été utilisé progressivement sur des systèmes connus afin de valider son fonctionnement (lettre APL). Ensuite, la mesure de microrhéologie a été introduite comme techniques de caractérisation.

Projet ANR DNATool avec J. Leng, Rhodia Laboratoire du Futur, Pessac-Bordeaux.

Collaboration : F. Gauffre (IMRCP, Toulouse) et J. Oberdisse (LCVN, Montpellier).

2008–2009 : Post-doctorat

Instrumentation de plate-forme microfluidique pour le criblage des diagrammes de phases.

En vue de l'étude de dibloc polymère-ARN, j'ai été en charge du développement de plate-formes microfluidiques pour le criblage des diagrammes de phases. Implémentation sur puce des techniques de caractérisation en milieu dilué : diffusion dynamique de la lumière, spectroscopie Raman, microscopie optique et microrhéologie.

Projet ANR DNATool avec J. Leng, Rhodia Laboratoire du Futur, Pessac-Bordeaux.

Collaboration : F. Gauffre (IMRCP, Toulouse) et J. Oberdisse (LCVN, Montpellier).

2004–2007 : Allocataire de recherche

Rhéoépaississement de systèmes micellaires dilués de la famille C_n TAB.

Étude expérimentale du rhéoépaississement des systèmes auto-associatifs : rhéométrie, biréfringence d'écoulement, vélocimétrie ultrasonore, diffusion des neutrons aux petits angles (ILL).

Thèse soutenue le 19 décembre 2007 devant le jury composé de : A. Colin, J.-F. Berret, M.-J. Stébé, S. Manneville.

Thèse dirigée par J.-P. Decruppe et H. Xu, Laboratoire de Physique des Milieux Denses, Metz.

Collaboration : S. Manneville (Laboratoire de Physique, ENS, Lyon), S. Lerouge (MSC, Paris) et P. Lindner (ILL, Grenoble).

2003–2004 : Projet de Master 2R

Écoulement de fluides viscoplastiques autour d'obstacles.

Conception d'une installation d'écoulement de matériaux élasto-viscoplastiques autour d'obstacles. Mise en place d'un protocole de préparation du Carbopol. Première visualisation expérimentale des zones rigides statiques en écoulement très lent dans un fluide viscoplastique.

Projet supervisé par J.-M. Piau, Laboratoire de Rhéologie, Grenoble.

Collaboration : interne.

2002–2003 : Projet Ingénieur

Rhéologie et écoulement à l'échelle semi-industrielle de la vase de barrage.

Étalonnage et validation du fonctionnement d'une nouvelle installation d'écoulement à l'échelle semi-industrielle. Étude du comportement sous écoulement de la vase de barrage dans des conduites en charge. Ce projet s'inscrit dans le cadre du désenvasement des cuvettes de barrages hydrauliques.

Projet supervisé par B. Mansour, Laboratoire de Rhéologie des Fluides Complexes, Oran.

Collaboration : Agence Nationale des Barrages (ANB).

III.2. Structuration sous écoulement de fluides matériaux

Ma thèse a fait l'objet d'une étude approfondie du comportement sous écoulement de solutions de tensioactifs. Dans la littérature, le comportement rhéoépaississant du C_{16} TAB a été abordé ; ce tensioactif appartient à la famille des bromures d'alkyltriméthylammonium dont nous citons : C_{10} TAB, C_{12} TAB, C_{14} TAB et C_{18} TAB. Ces tensioactifs ont une tête polaire identique mais se différencient par la longueur de la chaîne aliphatique. A partir de chaque tensioactif, nous avons préparé une solution diluée dans les mêmes conditions (concentration, contre-ion, solvant, température ...). A travers ce projet, nous souhaitons mettre en évidence une liaison entre la longueur de la chaîne aliphatique et le comportement rhéoépaississant.

En parallèle à l'étude rhéométrique, plusieurs techniques expérimentales complémentaires ont été utilisées : biréfringence d'écoulement, vélocimétrie ultrasonore et diffusion de neutrons aux petits angles (SANS).

Les mesures de SANS à l'équilibre montrent que C_{18} TAB et C_{16} TAB sont composés de micelles de grande taille respectivement $14\ \mu\text{m}$ et $21\ \mu\text{m}$, cylindriques et enchevêtrées. Par contre le C_{14} TAB comprend essentiellement des micelles sphériques et cylindriques libres.

Nous avons constaté que les solutions C_{10} TAB et C_{12} TAB ont un comportement purement newtonien, tandis que C_{14} TAB, C_{16} TAB et C_{18} TAB présentent un rhéoépaississement de différente allure (Figure 1(gauche)). Le taux de cisaillement critique qui correspond au déclenchement de la transition de rhéoépaississement $\dot{\gamma}_c$ est d'autant plus grand que la longueur de la chaîne est petite. L'énergie nécessaire au rhéoépaississement est moins importante quand la longueur de la chaîne est longue.

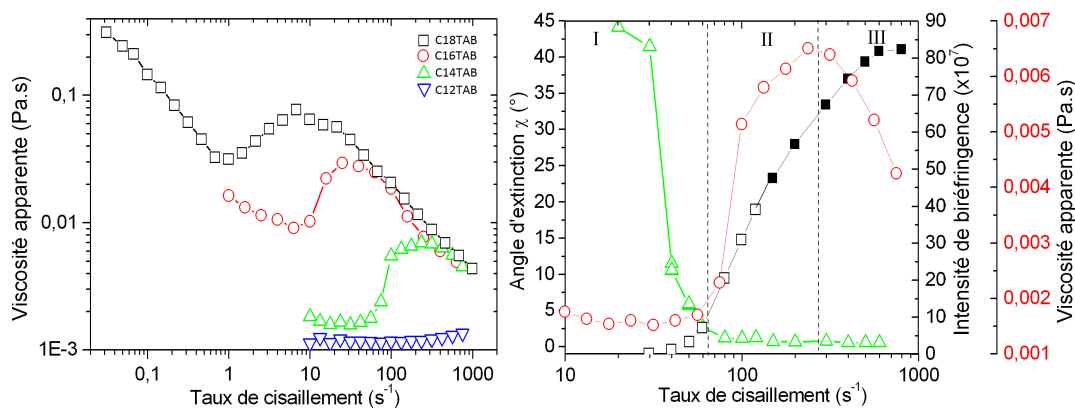


FIG. 1 – (Gauche) Viscosité vs. taux de cisaillement pour C_{12} TAB, C_{14} TAB, C_{16} TAB et C_{18} TAB. (Droite) Angle d'extinction et intensité de biréfringence vs. taux de cisaillement pour le C_{14} TAB/NaSal à 3mM/3mM.

Selon des mesures de biréfringence d'écoulement et de SANS, l'accomplissement du processus d'alignement des micelles précède le déclenchement du rhéoépaississement et la formation d'une nouvelle structure induite par le cisaillement (SIS : Shear Induced Structure).

L'écoulement rhéoépaississant des trois solutions présente des profils de vitesses composés de deux parties : le segment central a un gradient de vitesse local proche du zéro et les deux segments latéraux glissent fortement (40%). Au début de la transition de rhéoépaississement, la SIS se forme près du cylindre tournant et occupe partiellement l'entrefer.

Pour les trois systèmes, la rhéofluidification qui suit le rhéoépaississement est indépendante de la longueur de la chaîne. La SIS demeure orientée et ne se désintègre pas. D'autre part, la vélocimétrie montre que la SIS glisse fortement.

Nous avons montré le rôle joué par la longueur de la chaîne sur le comportement macroscopique. Toutefois, il n'existe pas une relation de cause à effet directe sur le déclenchement du rhéoépaississement.

III.3. Instrumentation de puce microfluidique pour le criblage des diagrammes de phases

Nous avons conçu une puce microfluidique pour le criblage des diagrammes de phases de solutions aqueuses avec une faible consommation d'échantillons (quelques μgr). L'outil est destiné à l'étude de solution chargée de solutés ex. ions, tensioactifs, polymères, ... aqueuses.

Le fonctionnement de la puce microfluidique est basé sur la pervaporation. A cet effet, ce dispositif se compose de trois parties distinctes (figure 2) :

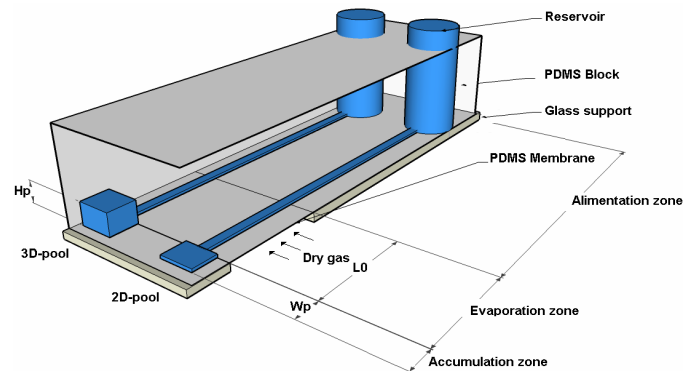


FIG. 2 – Schéma du dispositif de microévaporation pour le criblage des diagrammes de phases.

- **Zone d'alimentation** : le système à étudier est contenu dans un réservoir couvert.
- **Zone d'évaporation** : un canal fluide est relié au réservoir. Une fine membrane sépare le canal fluide du canal d'air sec. Cette partie est appelée évaporateur, c'est le compartiment dans lequel le solvant est évaporé. Les dimensions de l'évaporateur et l'épaisseur de la membrane caractérisent la puissance et le flux de drainage des solutés.
- **Zone d'accumulation** : l'évaporateur alimente une zone d'accumulation (d'un volume d'environ 1 nL) dans laquelle les solutés se confinent et se concentrent. Cette partie n'est pas exposée à l'évaporation. Les transitions de phases sont observées et caractérisées dans cette zone.

L'extraction continue du solvant à travers la membrane entraînent un drainage passif des solutés du réservoir vers la zone d'accumulation nanolitrique. La connaissance de quelques paramètres liés aux dimensions des canaux, à la taille des solutés et enfin à la force de drainage, nous permet de quantifier la concentration en solutés dans la zone d'accumulation au cours du temps.

L'augmentation de la concentration en solutés est généralement à l'origine de la naissance de nouvelles phases. Dans certains cas, ces changements de phases sont détectés par visualisation directe en microscopie (ex. champ direct, contraste de phase, biréfringence). Cependant, la majorité des transitions de phases ne sont visibles que grâce à des techniques de caractérisation appropriées. Le challenge technologique consistait à mettre en place une puce microfluidique multi-étages avec pervaporation contrôlée. En même temps, cette puce est conçue pour atténuer les interférences dans la mesure des spectres d'intensités de Raman ou de DLS. A noter aussi que grâce à la microscopie confocale, nous avons mis au point un protocole de mesure de la viscosité dans le volume d'accumulation nanolitrique.

Enfin, notons que dans une puce microfluidique, il est possible d'explorer différents chemins cinétiques dans un diagramme de phase.

III.4. Criblage des diagrammes de phases par microfluidique et haut débit

L'équilibre thermodynamique du système ternaire PEG 3350/(NH₄)₂SO₄/H₂O varie avec la concentration et donne lieu à différents états : liquide homogène, liquide/liquide, liquide-liquide/solide, liquide/solide et solide/solide. Ci-dessous, un exemple du criblage du diagramme de phases obtenu grâce à notre dispositif de microévaporation présenté dans la section III.3. Nous reportons dans la figure 3 un exemple de visualisation des transitions de phases du système PEG/SEL/EAU dans la zone d'accumulation. A $t = 0s$, cette zone est initialement remplie avec le système PEG/Sel à la concentration massique de 1 %/1 % le fluide est homogène (figure 3a). La transition de phase opère par la coexistence entre deux phases (figure 3c). Cet événement correspond à un temps d'expérience et donc à une concentration de transition de phase. Lors des séquences suivants (figures 3d-f), le volume des deux phases se stabilise. Par la suite, nous enregistrons la cristallisation du sel (figure 3g) et la solidification du polymère (figure 3h).

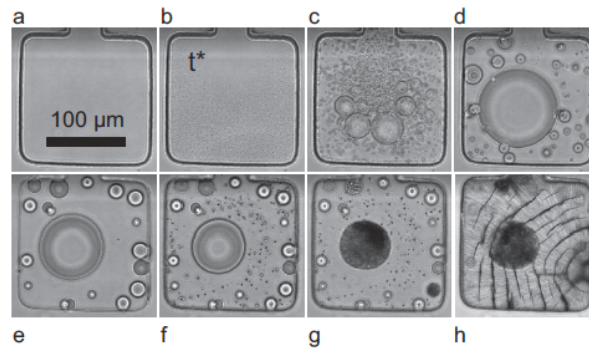


FIG. 3 – Transitions de phases dans une zone d'accumulation nanolitrique. Le système étudié est le PEG 3350/(NH₄)₂SO₄/H₂O (1 %/1 %).

L'augmentation de la concentration au cours du temps est une trajectoire de cinétique d'enrichissement en solutés. Le temps t_{trans} de la transition liquide à liquide-liquide correspond à une concentration de transition de phase.

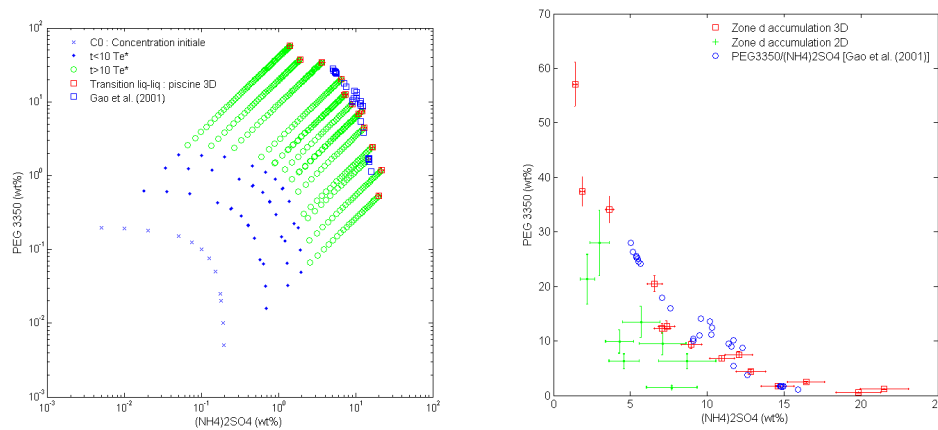


FIG. 4 – Exploration cinétique du diagramme de phases : trajectoire de la concentration en fonction du temps pour plusieurs ratios de concentrations initiales pour le système PEG 3350/(NH₄)₂SO₄/H₂O.

Dans la figure 4 nous avons reporté sur une échelle logarithmique les trajectoires de concentrations en fonction du temps pour différents ratios de concentration initiaux. Nous avons désigné un intervalle $\tau^* < t < 10\tau^*$, nécessaire pour atteindre un remplissage homogène de la zone d'accumulation en solutés. Nous avons reporté les résultats expérimentaux obtenus à l'état d'équilibre thermodynamique par Gao *J. Phys Chem.* (1991).