

Sujet de thèse financée par l'IFPEN

## Étude expérimentale et modélisation d'un gel colloïdal sous contraintes physico-chimiques et hydrodynamiques

Laboratoire de Physique – CNRS UMR 5672 – Ecole Normale Supérieure de Lyon

**Sébastien MANNEVILLE**

sebastien.manneville@ens-lyon.fr

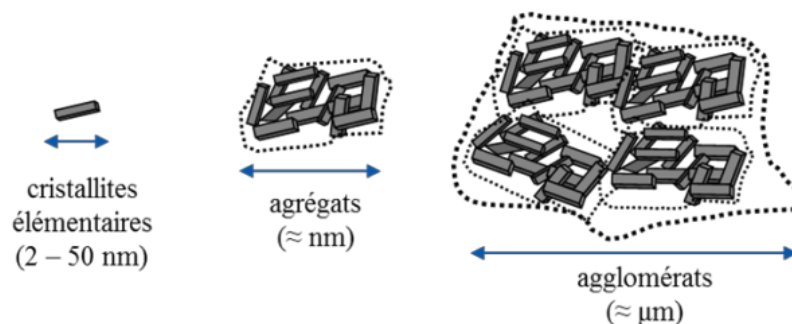
<http://perso.ens-lyon.fr/sebastien.manneville>

**Marion SERVEL**

marion.servel@ifpen.fr

<http://www.ifpenouvelles.fr/>

Les suspensions colloïdales présentent souvent des effets spectaculaires de « **vieillissement** » liés à au réarrangement des colloïdes au cours du temps sous l'effet des interactions microscopiques. Ainsi, les **contraintes physico-chimiques** telles que la force ionique de la suspension, la concentration en particules solides ou encore le pH, agissent directement sur la cinétique d'évolution de la viscosité et sur sa valeur finale. Il en est de même des contraintes **hydrodynamiques** telles que le taux de cisaillement. Les suspensions de boehmite, en particulier, forment des pâtes composées de particules élémentaires (taille de l'ordre du nanomètre), qui s'organisent en agrégats ( $\sim 10$ - $100$  nm), agencés eux-mêmes en agglomérats ( $\sim 10$   $\mu$ m) comme illustré sur la figure ci-dessous. Ces suspensions interviennent dans la fabrication de supports de catalyseurs et, dans le but d'optimiser les procédés et les propriétés du matériau, il est indispensable de comprendre les facteurs qui gouvernent la montée en viscosité et les échelles de la structuration où ils interviennent.



Structuration multi-échelles d'une suspension colloïdale de boehmite

L'objectif de cette thèse est d'identifier les paramètres contrôlant la structuration de gels colloïdaux de boehmite ainsi que leurs échelles d'action respectives. Le travail possède une forte composante expérimentale et se déroulera essentiellement au sein du Laboratoire de Physique de l'ENS de Lyon, où la structuration d'une suspension de boehmite sera analysée sous différentes conditions :

1. au **repos** en variant les contraintes physico-chimiques,
2. sous cisaillement **homogène** (1D) et constant,
3. sous cisaillement **hétérogène** (3D) en régime laminaire ou turbulent.

Les **outils expérimentaux** prévus pour mesurer l'évolution de la suspension sont la diffusion de lumière statique et dynamique (SLS/DLS). Le mouvement des particules lors de la mise en place des écoulements, ainsi que leur déformation ou encore la montée en viscosité de la suspension seront analysés avec un dispositif de vélocimétrie ultrasonore couplé à un rhéomètre en géométrie de Taylor-Couette (cisaillement 1D) ou dans écoulement de von Kármán (cisaillement 3D).

L'exploitation des résultats expérimentaux a deux objectifs principaux : (i) la **compréhension fondamentale de la physique** qui gouverne le mûrissement d'un gel colloïdal soumis aux contraintes décrites ci-dessus et (ii) la **validation de modèles numériques** en développement au sein de l'IFPEN. Cette modélisation vise à représenter toutes les échelles de la structuration des suspensions colloïdales en incluant les paramètres de contrôle propres à chacune d'elles. Il s'agira d'une part de faire évoluer les modèles existants en fonction des observations expérimentales et d'autre part de développer une modélisation correspondant à l'écoulement 3D.

---

**Financement** : La thèse est financée par l'IFPEN et débutera entre septembre et décembre 2019.

**Salaires** : 1750 € nets mensuels en 1<sup>ère</sup> année puis 1850 € en 2<sup>ème</sup> année et 1950 € en 3<sup>ème</sup> année

**Profil** : L'étudiant devra avoir un goût prononcé pour les études expérimentales et la compréhension de la matière molle. L'évolution d'un modèle en parallèle des expériences exige que l'étudiant ait également un goût pour la programmation. La pluridisciplinarité fait partie des compétences clés pour mener à bien ce travail impliquant des connaissances en mécanique des fluides complexes, en rhéologie, en physico-chimie comme en modélisation.

**Candidature** accompagnée d'un CV et d'une lettre de motivation à adresser à :

Sébastien MANNEVILLE  
Marion SERVEL

sebastien.manneville@ens-lyon.fr  
marion.servel@ifpen.fr

**Mots clés** : Interactions colloïdales, fluides complexes, rhéologie, hydrodynamique, expérimentation, modélisation multi-échelle

---