

Année universitaire 2023/2024

Superviseur : Pr. Franck GOBET

Laboratoire : Laboratoire de Physique des 2 Infinis – Bordeaux (LP2I)

Equipe : IRIBIO

Email : franck.gobet@u-bordeaux.fr ou gobet@lp2ib.in2p3fr

Téléphone : 05 57 12 08 76

Titre du projet : Vers un piégeage 2D de colloïdes chargés dans une solution aqueuse soumise à une irradiation à ultra haut débit de dose

Compétences recherchées : Le candidat ou la candidate aura une formation généraliste solide et devra avoir un attrait fort pour un sujet pluridisciplinaire avec de fortes composantes expérimentales et numériques (Python). Une connaissance des concepts en matière molle et physique statistique est un plus.

Mots-clefs : interaction rayonnement/matière – microscopie par fluorescence – analyse d’images - diffusiophorèse

Vers un piégeage 2D de colloïdes chargés dans une solution aqueuse soumise à une irradiation à ultra haut débit de dose

Les progrès récents dans le domaine de l'irradiation d'échantillons liquides ou biologiques par microfaisceau [1-3] (microscopie électronique, rayons X, protons) ont relancé les études des effets physico-chimiques qui résultent de l'interaction entre les rayonnements ionisants et la matière à des débits de dose très élevés (10 kGy.s^{-1} – 10 MGy.s^{-1}). En particulier la perturbation de l'échantillon liquide à l'extérieur du microfaisceau, par génération de champs induits reste une question ouverte.

Les faisceaux ionisants provoquent la radiolyse de l'eau et donc la création locale d'espèces ioniques [3,4]. Ces dernières sont alors caractérisées par un gradient de concentration autour du faisceau ce qui génère un champ électrique dans l'échantillon liquide [5,6]. Nous venons très récemment de montrer que ce champ est suffisamment fort pour mettre en mouvement des colloïdes [7] (Figure 1). Pour cela nous nous appuyons sur des études expérimentales auprès de la ligne microfaisceau de l'accélérateur d'ions légers « AIFIRA » (Figure 2) de notre laboratoire et sur une collaboration avec des physiciens théoriciens de la matière molle (LOMA/ Univ. Bordeaux) ainsi que des physico-chimistes (ICMCB/ Univ. Bordeaux).

Ce résultat ouvre un pont totalement inattendu entre deux champs différents de la physique, à savoir celui de l'interaction particule-matière et celui des phénomènes diffusiophorétiques[8]. Le microfaisceau peut très facilement être appliqué en des endroits différents d'une cible sur des durées également réglables. Cette versatilité expérimentale ouvre des possibilités de production de champs électriques fortement inhomogènes et variables dans le temps qui permettraient à travers un choix judicieux de géométries et de durées d'irradiation, de manipuler, voir piéger des colloïdes ou des macromolécules (ADN par exemple) [9]. On peut imaginer également produire des réseaux plus ou moins régulier de champs électriques permettant l'étude de la dynamique de particules dans des champs de potentiels bidimensionnels plus ou moins complexes [10].

Le stage consistera à déterminer les champs électriques en jeu à travers un modèle s'appuyant sur des développements classiques de la diffusiophorèse pour un électrolyte 1 :1. Le, la stagiaire sera amené à confronter les résultats de ce modèle avec des données expérimentales de migration de billes en présence de plusieurs faisceaux, données qu'il, elle aura à analyser. Nous essayerons de programmer une semaine de faisceau sur ce sujet lors du stage pour que le, la stagiaire participe également à une campagne expérimentale.

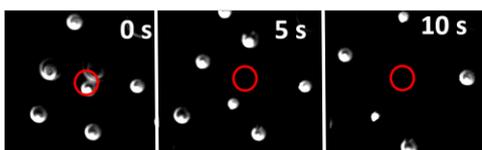


Figure 1. Mise en déplacement de colloïdes sous faisceau de protons (en rouge)



Figure 2. Plateforme d'irradiation AIFIRA / LP21

Références:

- [1] V. Ialyshev, G. Boltaev, M. Iqbal, M. Khamis, and A. S. Alnaser, ACS omega 7, 28182 (2022)
- [2] H. Wu, H. Friedrich, J. P. Patterson, N. A. Sommerdijk, and N. de Jonge, Advanced materials 32, 2001582 (2020)
- [3] J. M. Grogan, N. M. Schneider, F. M. Ross, and H. H. Bau, Nano letters 14, 359 (2014)
- [4] A. J. Swallow, Radiation chemistry. An introduction. (Wiley, New York, 1973)
- [5] D. Prieve, J. Anderson, J. Ebel, and M. Lowell, Journal of Fluid Mechanics 148, 247 (1984)
- [6] T.-Y. Chiang and D. Velegol, Journal of colloid and interface science 424, 120 (2014)
- [7] F.Gobet, P.Barberet, M.H.Delville, G.Deves, T.Guérin, R.Liénard, H.N.Tran, C.Vecco-Garda, A.Würger, S.Zein et H.Seznec, Phys. Rev. Lett. (2023), in press, selected as Editors'suggestions
- [8] S. Shim, Chemical Reviews 122, 6986 (2022)
- [9] J. Palacci, C. Cottin-Bizonne, C. Ybert, and L. Bocquet, Soft Matter 8, 980 (2012)
- [10] F. Evers, C. Zunke, R. D. Hanes, J. Bewerunge, I. Ladadwa, A. Heuer, and S. U. Egelhaaf, Physical Review E 88, 022125 (2013)