

MASTER DE CHIMIE DE PARIS CENTRE - M2S2

Proposition de stage 2021-2022

Internship Proposal 2021-2022

Parcours type(s) / Specialty(ies) :

- Chimie Analytique, Physique et Théorique / *Analytical, Physical and Theoretical Chemistry* :
- Chimie Moléculaire / *Molecular Chemistry* :
- Chimie et Sciences Du Vivant / *Chemistry and Life Sciences* :
- Chimie des Matériaux / *Materials Chemistry*:
- Ingénierie Chimique / *Chemical Engineering*:

Laboratoire d'accueil / Host Institution

Intitulés / *Name* : Laboratoire de Réactivité de Surface (LRS)

Adresse / *Address* : 4 Place Jussieu, 75252 Paris

Directeur / *Director (legal representative)* : Hélène Pernot

Tél / *Tel* : + 33 (0)1 44 27 25 77

E-mail : helene.pernot@sorbonne-universite.fr

Equipe d'accueil / Hosting Team : Thème : Biointerfaces

Adresse / *Address* : 4 Place Jussieu, 75252 Paris

Responsable équipe / *Team leader* : Le laboratoire n'est pas organisé en équipes

Site Web / *Web site* : <http://www.lrs.upmc.fr/fr/index.html>

Responsable du stage (encadrant) / *Direct Supervisor* : Jean-François Lambert ; Jessem Landoulsi,

Fonction / *Position* : PU et MCU

Tél / *Tel* : +33 (0)1 44 27 54 52

E-mail : jean-francois.lambert@upmc.fr ; jessem.landoulsi@sorbonne-universite.fr

Période de stage / *Internship period* * : Février – Juillet 2022

Titre / Title

Adsorption d'acides aminés sur supports minéraux : surfaces divisées et surfaces planes, études à l'échelle de la molécule unique

Projet scientifique (1 page maximum) / Scientific Project (maximum 1 page):

1. Description du projet / *Description of the project*

Le but de ce projet est d'appliquer les techniques de caractérisation des surfaces aussi bien planes que divisées à des systèmes particuliers - acides aminés (AA) sur des oxydes (Al_2O_3 , TiO_2 ...) - choisis pour leur pertinence par rapport à la problématique des origines de la vie mais aussi, plus généralement, par rapport à la compréhension de l'adsorption des biomolécules pour les biodispositifs, et la synthèse des peptides. On explorera notamment le comportement des biomolécules au contact de la surface l'échelle de la molécule unique, ce qui naguère n'était qu'un rêve lointain pour le chimiste. Pour ce faire, la microscopie à force atomique (AFM) sera utilisée en modes imagerie et spectroscopie de force, et la spectrométrie infra-rouge en modes IRRAS et ATR sera utilisée.

En effet, pour comprendre comment une surface affecte la réactivité de molécules organiques (catalyse hétérogène), il faut savoir comment les deux partenaires s'associent (adsorption). Des informations intéressantes ont été obtenues au LRS sur des systèmes très proches par spectroscopies infra-rouge et de résonance magnétique nucléaire, mais ces techniques concernent surtout les surfaces « sèches », alors que l'adsorption se fait à partir de la phase aqueuse (1). Pour reconstituer les scénarios prébiotiques plausibles, aussi bien que pour obtenir des renseignements pertinents pour la fabrication de biocapteurs, il faut

* min. 5 mois à partir du 31 janv 2022 / *min. 5 months not earlier than January, 31st 2022.*

Fin de stage au plus tard le 15/07/2022 ou le 30/09/2022 (dates de validation de diplôme). / *End of internship at the latest July 15, 2022 or Sept. 30, 2022 (dates of graduation).*

bénéficier d'une technique capable d'observer l'adsorption des acides aminés en temps réel à l'interface oxyde/solution aqueuse.

Nous étudierons donc l'adsorption d'analogues de l'acide glutamique et de l'alanine, greffées sur des pointes AFM (2,3), sur des surfaces planes de Si, Al et Ti préalablement oxydées (4,5). Les données de spectroscopie de force seront combinées avec des données vibrationnelles sur ces mêmes surfaces, et sur des nanoparticules (NP) des oxydes correspondants. Pour les NP de silice, de nombreuses données sont déjà disponibles (6).

Nous comparerons l'adsorption sur ces surfaces hydroxylées, et sur des surfaces exhibant uniquement des fonctions siloxanes comme le mica ou la pyrophyllite. Enfin, nous explorerons l'adsorption et la cartographie par AFM sur des surfaces clivées de chlorite (8) connues pour exposer alternativement des « zones hydroxylées » (feuillet brucitiques) et des « zones siloxanes » (feuillet T-O-T).

Une extension logique de ce projet, au-delà du M2, consisterait en une étude de l'adsorption des mêmes acides aminés dans une enceinte UHV avec dépôt des acides aminés par électro-spray, ce qui permettrait d'élargir notre étude à des conditions de faible activité de l'eau – et au thésard d'acquérir une compétence dans plusieurs techniques d'analyse des surfaces.

2. Techniques ou méthodes utilisées / *Specific techniques or methods*

Caractérisation de surfaces planes : Microscopies de champ proche (AFM, pointe fonctionnalisée) ; GA-ATR ; XPS.

Caractérisation de la matière divisée : IR (transmission, ATR) ; ATG ; RMN du solide.

Ces techniques peuvent être valorisées dans les domaines de la science des surfaces, de la catalyse hétérogène et des biotechnologies.

3. Références / *References*

(1) Sakhno, Y. et al. *One step up the ladder of prebiotic complexity: Formation of non-random linear polypeptides from binary systems of amino acids on silica*. Chem. Eur. J. 25, 1275-1285 (2019).

(2) Landoulsi, J. & Dupres, V. *Direct AFM force mapping of surface nanoscale organization and protein adsorption on aluminum substrate*. Phys. Chem. Chem. Phys. 15, 8429 - 8440 (2013).

(3) Landoulsi, J. & Dupres, V. *Probing Peptide–Inorganic Surface Interaction at the Single Molecule Level Using Force Spectroscopy*. ChemPhysChem 12, 1310 – 1316 (2011).

(4) Greiner, E. et al. *Adsorption of L-glutamic acid and L-aspartic acid to γ -Al₂O₃*. Geochim. Cosmochim. Acta 133, 142-155 (2014).

(5) Roddick-Lanzilotta, A. D. & McQuillan, A. J. *An in situ Infrared Spectroscopic Study of Glutamic Acid and of Aspartic Acid Adsorbed on TiO₂: Implications for the Biocompatibility of Titanium*. J. Coll. Interf. Sci. 227, 48-54 (2000).

(6) Abadian, H. *Organisation prébiotique des molécules du vivant sur des surfaces minérales*, Sorbonne Université, (thèse soutenue le 1^{er} mars 2021).

(7) Moro, D., Ulian, G. & Valdrè, G. *Single Molecule Investigation of Glycine–Chlorite Interaction by Cross-Correlated Scanning Probe Microscopy and Quantum Mechanics Simulations*. Langmuir, 31, 4453-4463 (2015).