

## Offre de Stage (M2, Ingénieur 3<sup>ème</sup> année) - 2019

### Influence d'une structuration de la surface solide à l'échelle micro ou nanométrique sur le phénomène de double couche électrique dans le couple ASS 304L / NaCl (0.1M)

#### *Influence of the solid surface micro- or nano-structuration on the electric double layer formed at the ASS 304L / NaCl (0.01M) interface*

**Dates et durée :** de février à septembre 2019 (4 à 6 mois selon profil)

**Responsables et contacts :** A. Thomas (anthony.thomas@univ-poitiers.fr), L. Pichon (luc.pichon@univ-poitiers.fr)

#### **Contexte et état de l'art**

Les travaux précédents menés dans le cadre du stage de Master (2014) et de la thèse de W. Mastouri (2017)<sup>i,ii,iii</sup> ont permis de mettre au point trois méthodes de caractérisation de la double couche électrique (DCE) dans le couple acier ASS 304L / solution aqueuse de NaCl à 0.01M : deux méthodes électrochimiques utilisant une cellule électrochimique à électrode tournante (Spectroscopie d'Impédance Electrochimique SIE ; Voltamétrie Cyclique CV), et une méthode d'électrisation par écoulement (EE) développée à l'Institut Pprime. Ces travaux ont permis de relier entre elles les mesures obtenues par les différentes techniques SIE, CV et EE sur différents états de surface (rugosité). Vu les états métalliques des surfaces initiales, le temps d'immersion contrôle l'évolution de la couche d'oxyde native et donc de la réponse électrochimique globale ; cela implique une reproductibilité faible qui empêche de clairement séparer les contributions de la DCE et de la couche d'oxyde dans les signaux électrochimiques mesurées en CV/SIE. Différents essais de modifications de la morphologie de surface (en jouant sur la rugosité moyenne obtenu par différents polissages) n'ont pas permis de clairement identifier l'influence de cette morphologie sur les caractéristiques de la DCE pour plusieurs raisons : leur caractère isotrope dans la géométrie cylindrique de l'électrode tournante et l'échelle de rugosité trop importante par rapport à l'épaisseur de la DCE.

#### **Les objectifs scientifiques du projet :**

L'objet du stage serait de compléter ces travaux pour consolider les résultats expérimentaux et surtout utiliser la structuration contrôlée de surface par faisceau d'ions « large » ou focalisé (FIB) pour modifier la DCE. Ainsi, en utilisant les bancs de caractérisation et les méthodologies mis au point, il s'agit dorénavant d'étudier comment modifier les caractéristiques de la DCE en jouant sur les propriétés de la surface. Dans le cadre du stage, plusieurs pistes seront ainsi suivies :

- Passivation chimique de la surface, pour obtenir une surface stable et reproductible, et pour obtenir si possible différentes épaisseurs d'oxyde : il s'agit ici de déterminer les rôles respectifs de la DCE et de la couche d'oxyde passif et voir s'il est possible d'améliorer la reproductibilité des mesures en neutralisant l'influence du temps d'immersion<sup>i</sup>.
- Structuration de surface par faisceau d'ions focalisé (FIB) ou faisceau d'ions large (source Kaufmann) : les deux techniques permettent d'envisager des structurations de surface aux échelles pertinentes pour la DCE, c'est-à-dire aux échelles micro ou nanométriques. Le faisceau d'ions « large » permettra d'obtenir des surfaces nanostructurées, plus ou moins isotropes selon les angles d'incidence utilisés, en lien avec l'épaisseur de la DCE (~ longueur de Debye de quelques nanomètres). Le FIB permet d'envisager des structurations plus contrôlée (figures géométriques de type étoile ou cercles concentriques) et à l'échelle du micromètre. Elles ont vocation à jouer sur l'hydrodynamique du fluide sur la surface de l'électrode tournante.

Les caractéristiques physico-chimiques et les morphologies des surfaces modifiées seront obtenues par AFM, MEB et XPS. Selon les possibilités, quelques observations en MET seront réalisées sur la surface oxydée.

**Indemnité légale (en 2018 à 568,76 €/mois) :** financée par le Labex INTERACTIFS (<http://labex-interactifs.pprime.fr/>)

---

<sup>i</sup> Comparative XPS and impedance spectroscopy study of solid (stainless steel 304L) / liquid (NaCl 0.01 M) interface: effect of immersion time, Wejdene Mastouri, Luc Pichon, Serguei Martemianov, Thierry Paillat, Anthony Thomas, Journal of Applied Electrochemistry, soumis 2018

<sup>ii</sup> Cyclic voltammetry study of solid (stainless steel 304 L) / liquid (NaCl 0.01M) interface: effect of applied potential, W. Mastouri, L. Pichon, A. Thomas, T. Paillat, and S. Martemianov, Current Topics in Electrochemistry, 19 (2017) 81-89

<sup>iii</sup> Caractérisation croisée de la double couche électrique se développant à l'interface solide/liquide (304L/NaCl) pour différents états de surface, W. Mastouri, Thèse de Doctorat de l'Université de Poitiers, 13 dec 2017