

Proposition de stage – Année 2019-2020

Niveau du stage : M2

Durée du stage : 4 mois

Ouverture éventuelle vers un sujet de thèse : Oui

Type de financement envisagé : Financement CNRS-NEEDS Blanc (à confirmer)

Responsable du stage : Nicolas Bererd

Téléphone : 04-72-43-10-57

Email : bererd@ipnl.in2p3.fr

Adresse : IP2I Lyon – Bureau 416

Domaine Scientifique de la Doua – Bât. Paul Dirac

4 rue Enrico Fermi – 69622 Villeurbanne Cedex - France

Equipe d'encadrement : Aval du Cycle Electronucléaire (ACE)

Thématique : Tribocorrosion sous irradiation : Radiolyse de l'eau aux interfaces

Intitulé du stage : Evaluation de l'influence de l'irradiation de protons sur la corrosion de l'acier

Description du travail demandé :

Dans le fonctionnement d'un réacteur nucléaire, les sources de contraintes sont diverses : mécaniques, liées à l'irradiation du matériau, liés aux pouvoirs oxydants des espèces moléculaires, ioniques et radicalaires créés par la radiolyse de l'eau... Ces sources peuvent agir en synergie et favoriser la corrosion des métaux présents en réacteurs.

En 2017, la thèse de Philippe MARTINET sur la tribocorrosion sous contrainte de l'acier-316, au contact de l'eau radiolysée a débuté. Ce phénomène a lieu sur les grappes de commandes en centrale nucléaire, soumis à la fois à la corrosion, au frottement, à l'endommagement par l'irradiation et à la radiolyse de l'eau. La valeur du potentiel libre de l'échantillon mesurée par électrochimie renseigne sur les réactions d'oxydo-réduction ayant lieu en surface des électrodes. Un résultat majeur de la thèse est présenté sur la figure 1 qui montre précisément l'évolution du potentiel libre de l'échantillon avant et pendant une irradiation sur le cyclotron d'Orléans. Avant le début de l'irradiation (de 0 à 600 s), la valeur du potentiel est à l'équilibre indiquant que le système est dans un état thermodynamique stable. Des expériences préalables ont permis de montrer que cet état stable est lié à la présence d'un film passif à la surface de l'échantillon. Dès le début de l'irradiation, une évolution très rapide est observable (de 600 s à 800 s environ contre 48 heures en l'absence de faisceau) montrant que l'état thermodynamique du système a évolué.

Deux hypothèses sont émises pour expliquer ces résultats :

- (i) soit cette évolution est liée à l'apparition de nouvelles espèces chimiques liées à la radiolyse de l'eau changeant la thermodynamique du système,
- (ii) soit cette évolution est liée à des phénomènes physiques électriques créés par les protons incidents, le faisceau pouvant être considérés comme un courant électrique arrivant de l'extérieur du système cellule/Acier/Eau. Ce courant perturberait la mesure et créerait une différence de potentiel extérieure observée lors des mesures.

L'objectif principal de ce stage est de confirmer l'une des deux hypothèses.

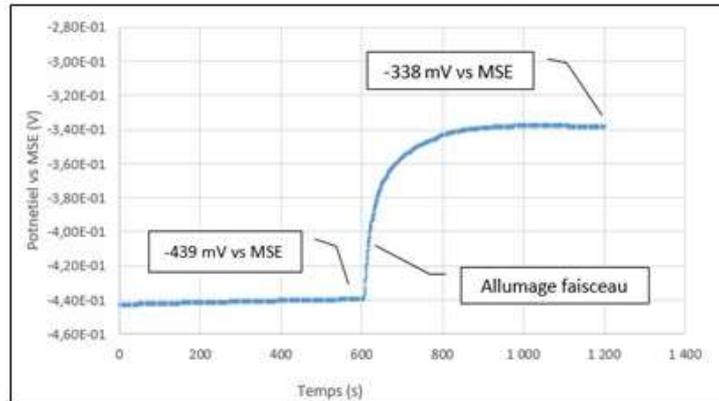


Figure 1 : Evolution du potentiel libre en fonction du temps

Durant le stage, le stagiaire devra :

- Réaliser une étude bibliographique sur :
 - la radiolyse de l'eau, comment elle est provoquée par les faisceaux d'ions et comment identifier les radicaux présents en solution,
 - les méthodes électrochimiques d'analyse (OCP, voltampérométrie, ...)
 - la corrosion de l'acier 316L et la formation de la couche passive.
- Réaliser une étude expérimentale basée sur l'irradiation d'une feuille d'acier 316. Les irradiations seront effectuées sur l'accélérateur 4 MV de l'IP2i. En particulier, il faudra :
 - Réaliser les calculs prédictifs permettant de déterminer les paramètres nécessaires à la mise en œuvre d'expériences d'irradiation (énergie du faisceau, flux des particules incidentes, ...)
 - Préparer les échantillons ;
 - Réaliser les expériences d'irradiation et effectuer les mesures électrochimiques en ligne ;
 - Exploiter les résultats.
- Prendre en main le logiciel CHEMSIMUL afin de simuler la production des produits de radiolyse dans les expériences d'irradiation.

Ce stage peut être le préalable à une thèse, si un financement est obtenu par l'équipe ACE.