

***DEPARTEMENT GENIE CIVIL ET CONSTRUCTION***

FICHE DE CHOIX DE PROJET DE FIN D’ETUDES

Année 2019-2020

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Nom et prénom de l’élève : | | | Chao PAN |
| Organisme  d’accueil | Nom : | | EDF |
| Adresse : | | EDF Lab les Renardières, Avenue des Renardières, 77250 Ecuelles-Moret-Loing-et-Orvanne |
| Téléphone : | | 0160736073 |
| Domaine d’activité : | | Énergie, matériaux et génie mécanique |
| Date de début et fin de PFE | | | Du ??? au ??? |
| Lieu \* | | | MMC-T27 "Métallurgie" EDF Lab les Renardières, Avenue des Renardières, 77250 Ecuelles-Moret-Loing-et-Orvanne |
| Sujet : | | | Modélisation de la ségrégation et cinétique d'oxydation sous irradiation des austénitiques pour la corrosion |
| Description détaillée du PFE (20 à 25 lignes) | | | **Contexte :** les composants internes des cuves des réacteurs à eau sous pression sont soumis à un flux neutronique élevé. Cette irradiation neutronique provoque une évolution importante de la microstructure et des propriétés mécaniques des aciers inoxydables austénitiques : durcissement, perte de ductilité, perte de ténacité, fluage sous irradiation, sensibilité à la corrosion sous contrainte. Parmi ces phénomènes, la ségrégation induite par irradiation (RIS) conduit à la diminution de la teneur en chrome aux joints de grains. Ce mécanisme semble fortement promouvoir la fissuration intergranulaire par corrosion sous contrainte (IASCC).  L'**objectif** de ce stage de 6 mois est d'introduire, dans une simulation numérique de l'IASCC, l'effet de l'appauvrissement en chrome des joints sur la cinétique d'oxydation intergranulaire de l'acier inoxydable austénitique.  **Démarche :**   1. Une synthèse bibliographique sera tout d'abord réalisée afin de :    1. Prendre connaissance du dommage de l’acier inoxydable austénitique par CSC assistée par l’irradiation (retour d’expérience, mécanismes).    2. Prendre connaissance de la physique des modèles de RIS (modèle MIK) et d’oxydation existants (modèle MSL).    3. Prendre connaissance des codes de RIS (Fortran) et d’oxydation (C) existants. Il s’agira d’en synthétiser les algorithmes et de faire le bilan des entrées/sorties des fonctions impliquées.    4. Rassembler les données expérimentales existantes dans une base lisible par un script Python afin de pouvoir être directement utilisée pour évaluer les prévisions des codes à développer.    5. Faire le bilan des prérequis pour le développement d’un couplage entre RIS et oxydation. 2. Prévision de la ségrégation aux joints de grains.    1. Rédaction d’un algorithme incluant les fonctions impliquées, leurs entrées et sorties    2. Programmation (Python) des fonctions    3. Programmation des tests unitaires    4. Programmations des tests globaux de validation du code    5. Etude paramétrique de la RIS appuyée sur le code et comparaison aux données existantes    6. Bilan du développement 3. Prévision de l’oxydation intergranulaire    1. Rédaction d’un algorithme incluant les fonctions impliquées, leurs entrées et sorties    2. Programmation (Python) des fonctions    3. Programmation des tests unitaires    4. Programmations des tests globaux de validation du code    5. Etude paramétrique de l’oxydation appuyée sur le code et comparaison aux données existantes    6. Bilan du développement 4. Couplage RIS/oxydation    1. Rédaction d’un algorithme de couplage entre RIS et oxydation    2. Programmation (Python) des fonctions    3. Programmation des tests unitaires    4. Programmations des tests globaux de validation du code    5. Etude paramétrique du couplage entre RIS et oxydation et comparaison (si possible) aux données existantes    6. Bilan du développement 5. Evaluation de l’effet de la ségrégation sur la sensibilité à l’amorçage de la corrosion sous contrainte assistée par l’irradiation    1. Simulation (Code\_Coriolis) de la CSC d’une éprouvette de traction en acier inoxydable austénitique irradié    2. Quantification de l’effet de la RIS sur la cinétique de fissuration    3. Analyse critique de la simulation et proposition de voies d’amélioration |
| Tuteur professionnel (Tuteur de l’organisme d’accueil) | | Fonction | Ingénieur Chercheur |
| Nom | Vidal |
| Prénom | Julien |
| Téléphone | 0648350084 |
| Courriel | julien.vidal@edf.fr |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *Tuteur académique*  *(tuteur Ecole) proposé par la commission* | *Nom*  *Prénom* |  |
| *Entreprise ou Laboratoire* |  |
| *Téléphone* |  |
| *Courriel* |  |

|  |
| --- |
| Validation PFE par la commission de validation  Date : |

1. Une synthèse bibliographique sera tout d'abord réalisée afin de :
   1. Prendre connaissance du dommage de l’acier inoxydable austénitique par CSC assistée par l’irradiation (retour d’expérience, mécanismes).
   2. Prendre connaissance de la physique des modèles de RIS (modèle MIK) et d’oxydation existants (modèle MSL).
   3. Prendre connaissance des codes de RIS (Fortran) et d’oxydation (C) existants. Il s’agira d’en synthétiser les algorithmes et de faire le bilan des entrées/sorties des fonctions impliquées.
   4. Rassembler les données expérimentales existantes dans une base lisible par un script Python afin de pouvoir être directement utilisée pour évaluer les prévisions des codes à développer.
   5. Faire le bilan des prérequis pour le développement d’un couplage entre RIS et oxydation.
2. Prévision de la ségrégation aux joints de grains.
   1. Rédaction d’un algorithme incluant les fonctions impliquées, leurs entrées et sorties
   2. Programmation (Python) des fonctions
   3. Programmation des tests unitaires
   4. Programmations des tests globaux de validation du code
   5. Etude paramétrique de la RIS appuyée sur le code et comparaison aux données existantes
   6. Bilan du développement
3. Prévision de l’oxydation intergranulaire
   1. Rédaction d’un algorithme incluant les fonctions impliquées, leurs entrées et sorties
   2. Programmation (Python) des fonctions
   3. Programmation des tests unitaires
   4. Programmations des tests globaux de validation du code
   5. Etude paramétrique de l’oxydation appuyée sur le code et comparaison aux données existantes
   6. Bilan du développement
4. Couplage RIS/oxydation
   1. Rédaction d’un algorithme de couplage entre RIS et oxydation
   2. Programmation (Python) des fonctions
   3. Programmation des tests unitaires
   4. Programmations des tests globaux de validation du code
   5. Etude paramétrique du couplage entre RIS et oxydation et comparaison (si possible) aux données existantes
   6. Bilan du développement
5. Evaluation de l’effet de la ségrégation sur la sensibilité à l’amorçage de la corrosion sous contrainte assistée par l’irradiation
   1. Simulation (Code Coriolis) de la CSC d’une éprouvette de traction en acier inoxydable austénitique irradié
   2. Quantification de l’effet de la RIS sur la cinétique de fissuration
   3. Analyse critique de la simulation et proposition de voies d’amélioration