

---

**Titre :** Vers une modélisation de la corrosion sous contrainte assistée par l'irradiation du superalliage 718.

**Mot clés :** corrosion sous contraintes assistée par l'irradiation, rupture fragile, effets d'échelle, polycristal, méthode des champs de phase pour la fissuration, milieu de Cosserat.

**Résumé :** Le superalliage base nickel 718 est réputé pour présenter une excellente tenue à la corrosion, une très forte résistance mécanique et une bonne tenue sous irradiation. De ce fait, il s'agit d'un matériau de choix au sein d'un réacteur électronucléaire pour les pièces soumises à des sollicitations extrêmes (ressorts, systèmes de maintien...). Pourtant des ruptures en service ont été observées de ce matériau sous le phénomène de corrosion sous contraintes assistée par l'irradiation. La présente thèse vise à apporter de nouveaux éléments de compréhension de ce phénomène complexe sous l'angle de la

modélisation numérique. Le processus de fissuration par corrosion sous contrainte est modélisé par la méthode des champs de phase. Une implémentation unifiée, apte à traiter les fissurations intra et intergranulaires, est proposée et permet de coupler efficacement différentes échelles de travail (du milieu continu au polycristal) et différents physiques (mécanique des milieux continus et généralisés et oxydation interne). Cette modélisation permet de proposer des simulations des étapes complexes de la corrosion sous contrainte, à savoir l'amorçage, la coalescence et la propagation.

---

**Title:** Towards modeling irradiation assisted stress corrosion cracking of inconel 718.

**Keywords:** Irradiation assisted stress corrosion cracking, brittle fracture, scaling effects, polycrystal, phase field fracture method, Cosserat medium

**Abstract:** Inconel 718 alloy is renowned for having excellent corrosion resistance, very high mechanical strength and good resistance to irradiation. Thus, it is a material of choice within a nuclear power reactor for parts subjected to extreme stresses (springs, retaining systems,...). However, failures in service have been observed in this material under irradiation assisted stress corrosion cracking phenomenon. This thesis aims to bring new elements of understanding of this complex phenomenon from the point of view of numerical

modeling. The stress corrosion cracking process is modeled by the phase field fracture method. A unified implementation, able to deal with inter and intergranular fracture, is proposed and allows to couple efficiently different scales of work (from continuous medium to polycrystal) and different physics (mechanics of continuous and generalized media and internal oxidation). This modeling allows to propose simulations of the complex stages of stress corrosion cracking, namely initiation, coalescence and propagation.