



**HAL**  
open science

## Comportement viscoplastique d'un polycristal : modélisation micromécanique et application au durcissement d'un acier irradié

Loïc Chaix, Mihail Gârâjeu, Martín I Idiart, Pierre-Guy Vincent

### ► To cite this version:

Loïc Chaix, Mihail Gârâjeu, Martín I Idiart, Pierre-Guy Vincent. Comportement viscoplastique d'un polycristal : modélisation micromécanique et application au durcissement d'un acier irradié. *Grandes transformations: aujourd'hui.. demain, Mécatat*, Jan 2023, Aussois, France. irsn-04247791

**HAL Id: irsn-04247791**

<https://irsn.hal.science/irsn-04247791v1>

Submitted on 18 Oct 2023

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0  
International License

# COMPORTEMENT VISCOPLASTIQUE D'UN POLYCRISTAL : MODÉLISATION MICROMÉCANIQUE ET APPLICATION AU DURCISSEMENT D'UN ACIER IRRADIÉ

Loïc Chaix<sup>a b</sup>, Mihail Găărăjeu<sup>a</sup>, Martín I. Idiart<sup>c</sup>, Pierre-Guy Vincent<sup>b</sup>,

<sup>a</sup>Aix-Marseille Univ, CNRS, Centrale Marseille, LMA, 4 Impasse Nikola Tesla, CS 40006, 13453 Marseille Cedex 13, France.

<sup>b</sup>Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN), PSN-RES/SEMIA/LSMA, F-13115, Saint-Paul-lez-Durance, France.

<sup>c</sup>Centro Tecnológico Aeroespacial / Departamento de Aeronáutica, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata, Avda. 1 esq. 47 S/N, La Plata B1900TAG, Argentina.

**Mots-clés :** acier du cuve irradié, plasticité cristalline, polycristal, méthode à base de transformées de Fourier rapides

---

## Résumé

*Le contexte de ce travail est relatif au vieillissement de la cuve dans les réacteurs nucléaires à eau pressurisée. Durant sa vie en réacteur, la cuve reçoit une dose d'irradiation neutronique qui induit des défauts à l'échelle atomique. Ces défauts cristallins ont tendance à modifier le comportement mécanique de l'acier de cuve, avec un durcissement et une fragilisation. L'objectif de ce travail est de proposer un nouveau modèle de comportement viscoplastique à l'échelle du polycristal, capable d'utiliser une loi de comportement cristalline adaptée à un acier de cuve irradié.*

*Tout d'abord, une loi de plasticité cristalline, à base physique et dédiée au comportement élasto-viscoplastique des aciers de cuve irradiés (basée sur [1]), a été implémentée dans un code de calcul à base de FFT appelé CraFT (présenté dans [2]). Ensuite, une campagne de simulations numériques en champs complets a été menée, avec le code CraFT, sur des microstructure polycristallines. Les résultats numériques obtenus ont été comparés avec des résultats expérimentaux existants. Enfin, la partie relative à l'homogénéisation a été abordée, sur la base de l'approche "Fully Optimized Second-Order" [3].*

[1] Monnet G., Vincent L., Gélébart L., "Multiscale modeling of crystal plasticity in Reactor Pressure Vessel steels : Prediction of irradiation hardening", *Journal of Nuclear Materials* 514 (2019) 128-138.

[2] Suquet P., Moulinec H., Castelnau O., Montagnat M., Lahellec N., Grennerat F., Duval P. et Brenner R., "Multi-scale modeling of the mechanical behavior of polycrystalline ice under transient creep". *Procedia IUTAM* (2012) 76-90.

[3] Ponte Castañeda P., "Fully optimized second-order variational estimates for the macroscopic response and field statistics in viscoplastic crystalline composites", *Proc. R. Soc. A* 471 : 20150665 (2015).