

Master's thesis and Internship : Design and implementation of a modular modeling framework for the ANICCA nuclear fuel cycle simulation code

Auteur : Mouchamps, Antoine

Promoteur(s) : Ernst, Damien

Faculté : Faculté des Sciences appliquées

Diplôme : Master : ingénieur civil en génie de l'énergie à finalité spécialisée en Energy Conversion

Année académique : 2025-2026

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/26132>

Avertissement à l'attention des usagers :

Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.

Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.

Design and implementation of a modular modeling framework for the ANICCA nuclear fuel cycle simulation code

Academic year 2025-2026

Thesis presented to obtain the degree of:

Master in Energy Engineering, professional focus in Energy Conversion

Academic advisor : Damien Ernst

Antoine Mouchamps

This thesis presents the design and implementation of a new modular simulation framework for ANICCA, the nuclear fuel cycle simulation code developed at the Belgian Nuclear Research Center (SCK CEN). The new framework introduces a three-layer architecture separating graph topology and mass dispatch, facility inventory management, and physical process execution. A nuclear fuel cycle scenario is formally represented as a directed multigraph. The currently implemented mass dispatch algorithm resolves mass flows through a two-pass sequential modular approach: a backward pass propagating demand upstream in reverse topological order, and a forward pass physically transferring packages in topological order. Recycling loops, which break the acyclic assumption required by this algorithm, are handled through a graph-tearing strategy. Four facility cycle types, fixed demand, on demand, variable demand, and none, define how facilities interact with the solver. Radioactive decay and fuel irradiation are both solved using the Chebyshev Rational Approximation Method (CRAM) with LU factorization caching, and the irradiation process is built around a multi-batch reactor core model driven by pre-computed fuel libraries. The framework is validated and demonstrated through four case studies, which also reveal several modeling errors present in the legacy code which are corrected in the new version.