



Société Française
de Physique

ID de Contribution: 112

Type: Non spécifié

Développement d'un module tout-en-un d'activation neutronique intégré à RayXpert, logiciel de modélisations CAO et Monte-Carlo

jeudi 28 novembre 2019 14:30 (30 minutes)

Dans les installations nucléaires où sont générés des neutrons, les matériaux sont activés par les particules faisant des interactions nucléaires. En particulier, les neutrons n'étant pas chargés, ils ne subissent pas l'interaction électromagnétique. Ils sont alors susceptibles de causer des réactions nucléaires même à faible énergie. Ces interactions génèrent un phénomène appelé activation neutronique : il consiste en l'apparition d'isotopes instables dans les matériaux proches d'une source de neutrons. Ces isotopes instables générés dans les matériaux activés produisent lors de leurs décroissances des rayonnements qui peuvent être nocifs pour l'Homme. Or, ces décroissances peuvent perdurer durant des périodes supérieures à des décennies. Afin de réaliser des opérations de maintenance en toute sécurité, de prédire comment effectuer le démantèlement d'une installation nucléaire ou encore de définir au mieux comment élaborer une installation nucléaire, il est nécessaire de modéliser correctement les effets dus aux neutrons.

La modélisation des effets dus aux neutrons est généralement réalisée en différentes étapes. La première étape consiste à calculer le flux neutronique par la méthode Monte-Carlo sur un maillage suffisamment fin de la géométrie réelle à l'aide d'un code tel que MCNP [1]. Puis, le calcul de l'évolution de l'inventaire isotopique est effectué pour chaque maille élémentaire. Enfin, les sources de décroissances sont utilisées pour propager les particules issues de ces décroissances dans la géométrie. Ce transport est généralement effectué par une méthode Monte-Carlo et permet de calculer le flux de particules de décroissance sur un maillage superposé à la géométrie. Enfin, des facteurs de conversion flux vers dose [2] permettent de transformer le flux de particules en dose. Le transport des particules est effectué avec un code de calcul Monte-Carlo et le calcul de l'inventaire avec un code de calcul d'inventaire isotopique tel que FISPACT II [3]. La simulation des doses résiduelles dans une installation nucléaire où des neutrons ont été produits est donc un processus compliqué nécessitant à minima 2 calculs Monte-Carlo ayant un fort coup numérique en plus d'un couplage entre différents codes de calculs.

Les objectifs du travail sont donc multiples. Dans un premier temps, il est envisagé de réaliser un module tout-en-un capable de simuler les doses résiduelles dans une installation nucléaire où des neutrons ont été produits. Ce module sera intégré à RayXpert [4], logiciel de CAO et de suivi de particules par méthode Monte-Carlo développé à TRAD. Le module permettra alors en un clic de réaliser toutes les étapes précédentes et de gérer l'enchaînement des étapes susmentionnées. Dans un second temps, diverses optimisations sont envisagées afin d'accélérer les calculs Monte-Carlo qui nécessitent généralement de longues durées afin de fournir des résultats fiables.

[1] C.J. Werner, J.S. Bull, C.J. Solomon, et al., "MCNP6.2 Release Notes", LA-UR-18-20808 (2018).

[2] ANSI/ANS-6.1.1 Working Group, M.E. Battat, American National Standard Neutron and Gamma-Ray Flux-to-Dose Rate Factors, ANSI/ANS-6.1.1- (N666), American Nuclear Society, LaGrange Park, IL, 1977, p. 1977

[3] J.-Ch. Sublet and al., FISPACT-II: An Advanced Simulation System for Activation, Transmutation and Material Modelling, Nuclear Data Sheets 139 (2017) 77-137

[4] RayXpert Manuel Utilisateur, TRAD/DL/DOS/RAYXPRT/CD/110412 Rev13, 20/11/2017

Auteurs principaux: M. DRAY, Nicolas (LPT IRSAMC); M. SURAUD, Eric (LPT IRSAMC); Mme DINH, Mai (LPT IRSAMC); M. DOSSAT, Cédric

Orateur: M. DRAY, Nicolas (LPT IRSAMC)

Classification de Session: Nuclear physics