

Modélisation de la contamination de l'air avec ALEPH2

A. Stankovskiy, G. Van den Eynde

Institute for Advanced Nuclear Systems, SCK CEN, Boeretang 200, B-2400 Mol, Belgium

alexey.stankovskiy@sckcen.be

ALEPH2 est un code de référence utilisé au SCK CEN pour les calculs de radioprotection impliquant l'évolution temporelle des matériaux sous irradiation, tels que l'activation et l'évaluation de la dose résiduelle. Le code est développé au SCK CEN depuis 2004 et était à l'origine dédié aux calculs d'évolution de combustible, reliant le code de transport de rayonnement MCNP et le code de déplétion ORIGEN2. ALEPH2 a été largement amélioré depuis la version précédente ALEPH1 et représente aujourd'hui un outil puissant capable de résoudre un large éventail de problèmes allant du taux de combustion à l'évolution temporelle des matériaux dans les systèmes basés sur des accélérateurs où de nombreux types de particules sont considérés et dans une large gamme d'énergie. La version actuelle d'ALEPH2 utilise MCNP (pour obtenir) pour obtenir des spectres énergétiques de particules, tandis que l'évolution temporelle des concentrations de nucléides est effectuée par son propre solveur d'épuisement Radau5 qui réalise/utilise la méthode Runge-Kutta implicite Radau IIA (3 étapes, ordre de précision 5) démontrant une excellente précision dans la résolution des équations différentielles du premier ordre pour les concentrations. La caractéristique importante d'ALEPH2 est la cohérence des données nucléaires entre les calculs de transport et d'épuisement, puisque les mêmes tables de sections efficaces sont partagées entre MCNP et ALEPH2. Récemment, le code a été mis à jour pour gérer les problèmes de contamination de l'air.

Une modélisation précise de la contamination de l'air ventilé par les systèmes CVC d'une installation nucléaire est cruciale pour évaluer correctement les doses reçues par le public et le personnel. Un module dédié d'ALEPH2 a été développé pour résoudre ce genre de problèmes. Le modèle considère plusieurs compartiments, commençant par le volume où la radioactivité est originellement produite sous irradiation. Par divers mécanismes de libération (évaporation, diffusion, etc.), les radionucléides migrent vers un volume adjacent, qui pourrait être, par exemple, le conduit vers le point de rejet dans l'atmosphère. Ces volumes sont connectés via différents taux de libération ou de ventilation, souvent spécifiques à l'élément chimique, et fournis au solveur d'épuisement ALEPH2 pour obtenir des concentrations de radionucléides en fonction du temps dans tous les volumes du problème. Cette approche est exigeante en matériel informatique car la matrice d'épuisement est considérablement augmentée, cependant, elle est la plus précise du point de vue physique.

Un solveur généralisé de systèmes rigides d'équations différentielles du premier ordre Radau5 a été mis en œuvre dans ALEPH2 sans optimisation spécifique pour les calculs d'évolution de radionucléides. Le développement du modèle de contamination de l'air a déclenché une révision complète de l'algorithme Radau5, entraînant une accélération significative. Des efforts importants ont été consacrés au développement d'un algorithme efficace de gestion des matrices creuses.

Cette nouvelle approche pour résoudre les problèmes de contamination de l'air est démontrée par la modélisation de la libération de radioactivité dans « Target Hall » de « Proton Target Station » (la station cible à proton) de MINERVA (MYRRHA Isotopes production coupling the linEar acceleRator to the Versatile proton target fAcility). Cette installation est dédiée à la production d'isotopes radioactifs par la méthode ISOL (Isotope Separation On-Line), lorsqu'un faisceau continu de protons (à onde continue) d'énergie 100 MeV et d'intensité 200-500 μA est délivré à des cibles solides à haute température et que les produits résiduels radioactifs évaporés sont collectés par des techniques de séparation isotopique. Après l'irradiation, le



TISA (Target Ion Source Assembly), qui est hermétiquement scellé, est déplacé vers le « Target Hall » pour un traitement post-irradiation. Cependant, la diffusion à travers les joints entraîne une certaine libération de gaz radioactifs et de particules dans « Target Hall » et, par conséquent, la dose au personnel doit être soigneusement évaluée. En considérant que toute la radioactivité est libérée dans le Target Hall entraîne des doses trop élevées pour le personnel, alors que l'application du modèle des compartiments réduit considérablement le conservatisme du modèle.