

APPLICATION DES CODES FLUKA ET ACTIWIZ POUR L'ÉLIMINATION INCONDITIONNELLE DES CAVITÉS SUPRACONDUCTRICES DU GRAND COLLISIONNEUR ELECTRON- POSITON DU CERN

Fabio POZZI, Charlotte DUCHEMIN, Matteo MAGISTRIS, Marco SILARI

CERN
Route de Meyrin, 1211 Genève, Suisse

Fabio.Pozzi@cern.ch

Le grand collisionneur électron-positon du CERN ou LEP (pour *Large Electron Positron collider*) en fonctionnement entre 1989 et 2000, a été démantelé en 2001. Les 288 cavités à radiofréquences supraconductrices placées dans 72 cryomodules de 11 mètres de long (masse totale d'environ 450 tons), ont été gardées jusqu'en 2016 en vue d'une possible réutilisation. Le groupe radioprotection du CERN a ensuite envisagé leur élimination comme matériel conventionnel selon la législation Suisse. Une étude de caractérisation radiologique de ces cryomodules a été conduite au travers de mesures de spectrométrie gamma, d'analyses radiochimiques, de mesures de débit de dose et de contamination sur plusieurs échantillons de matériaux différents (cuivre, inox, aluminium, nickel et fer). Un cryomodule a été modélisé avec le code Monte Carlo FLUKA pour déterminer les principaux radionucléides produits selon les deux possibles sources d'activation: électrons émis des parois de la cavité, générant une source intense, pouvant être accélérés jusqu'à une énergie maximale de 40 MeV ; ou électrons issus du faisceau primaire à 100 GeV émergeant à petit angle et provenant des interactions au centre des 4 expériences (*Bhabha scattering*).

La collision des électrons avec les parois de la cavité, et en particulier avec les cônes de sortie de chaque cryomodule, produit du rayonnement de freinage (*bremsstrahlung*). Ce dernier est suffisamment énergétique pour donner lieu à des réactions photonucléaires, générant des particules secondaires responsables de l'activation des cryomodules. La comparaison des résultats des simulations avec les données expérimentales a montré que l'activation résiduelle provient principalement des pertes de faisceau à 100 GeV et que les zones les plus activées sont localisées aux extrémités des cryomodules (cônes de sortie). Après 16 ans de décroissance, les radionucléides identifiés comme contribuant majoritairement au risque radiologique sont H-3, Na-22, Fe-55, Co-60 et Ni-63. Na-22 et Co-60 sont mesurables par spectrométrie gamma et sont appelés radionucléides de référence. La quantification des autres radionucléides difficilement ou non mesurables a été déterminée à partir de l'activité des radionucléides de référence, permettant de réduire les coûts et le temps nécessaire au projet en comparaison à l'envoi systématique des échantillons en analyses radiochimiques. Les ratios d'activité ont été calculés avec le logiciel ActiWiz qui s'appuie sur la composition chimique des matériaux, les spectres de particules générés avec le code FLUKA et différents scénarios d'irradiation et temps de décroissance comme données d'entrée. Le bon accord de ces résultats avec les valeurs expérimentales a permis de valider les ratios d'activité calculés. Ceux-ci ont été inclus dans la procédure de libération inconditionnelle des cavités LEP, qui a été approuvée en février 2017 par l'Office Fédéral de la Santé Publique (OFSP) Suisse.