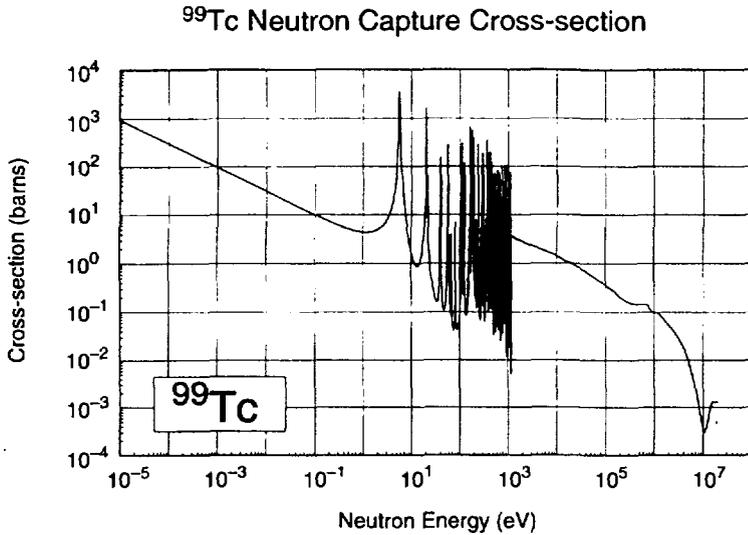




# Transmutation de <sup>99</sup>Tc par des neutrons de spallation produits dans un grand massif de plomb

S. Andriamonje, H. Arnould, C. A. Bompas, R. Del Moral, V. Lacoste (CENBG)  
Collaboration TARC dirigée par C. Rubbia\*

Using a fast rabbit technique and gamma ray spectroscopy, the transmutation rate of <sup>99</sup>Tc, by spallation neutrons produced inside the large lead block, has measured. The analysis of the data are in progress. The description of the used technique and the preliminary results are given.

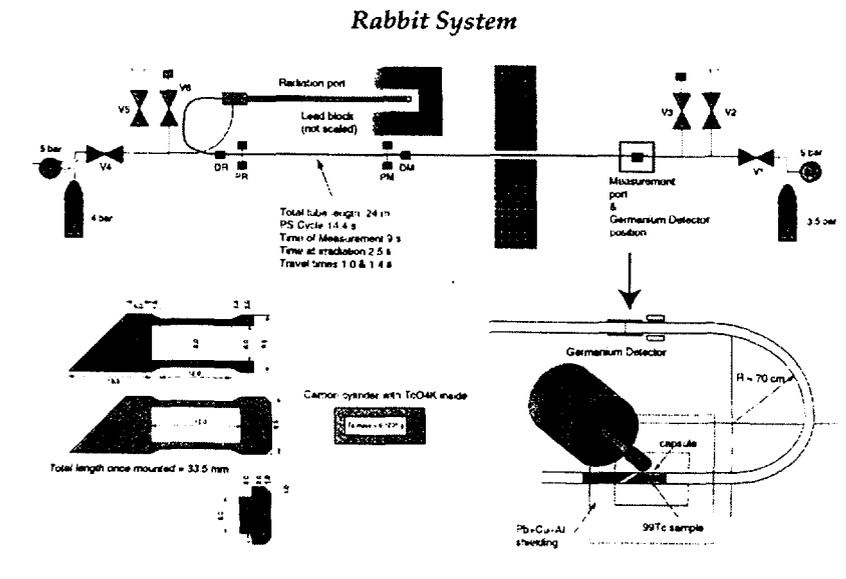


Un des buts de TARC est l'étude de l'efficacité d'un système du type Amplificateur d'Énergie pour brûler les déchets nucléaires. Parmi ces déchets nous nous sommes plus particulièrement intéressés à <sup>99</sup>Tc. <sup>99</sup>Tc est un des produits de fission produits dans les centrales nucléaires, sa durée de vie est de ~10<sup>5</sup> ans ; par capture de neutrons <sup>99</sup>Tc devient <sup>100</sup>Tc qui a une durée de vie de 15,8 s pour se désexciter en <sup>100</sup>Ru qui est stable. La section efficace de capture de neutron est d'environ 20 barns pour des neutrons thermiques, elle atteint des valeurs de l'ordre de 5 000 barns autour des résonances (figure I). Dans sa descente « adiabatique » le spectre de neutrons de spallation produits dans le massif de plomb a une grande probabilité de croiser les résonances,

favorisant ainsi la transmutation.

Un des moyens de déterminer le taux de transmutation est de mesurer le taux de rayonnement gamma émis par le noyau de <sup>100</sup>Tc formé. Pour ne pas avoir d'ambiguïté sur l'identification des rayonnements gamma provenant du noyau transmuté les photons sont détectés par l'intermédiaire de deux compteurs au Germanium Hyper pur de grande efficacité (70%) et de bonne résolution (2 keV à 539 keV). Ces détecteurs sont placés loin du port d'irradiation (PI) et dans un endroit loin du flux de neutrons et dépourvu de tout bruit de fond (port de mesure (PM)). Le transport de l'échantillon de PI à PM (et inversement) est effectué par l'intermédiaire d'un pneumatique dit *fast rabbit* (figure II). Le système a été conçu pour pouvoir transporter l'échantillon entre les deux ports en un temps très court de l'ordre de la seconde pour une distance de 24 m. Les échantillons utilisés sont hautement radioactifs, toutes les précautions pour la sécurité en particulier de rendre pratiquement nulle la probabilité de cassure de la navette (en fibre de carbone) contenant l'échantillon à chaque port d'arrivée.

La navette est propulsée, à l'intérieur des tubes par de l'air comprimé. Des systèmes composés de six vannes ultra rapides (trois vannes à chaque port) permettent de freiner la navette à l'arrivée. Les ouvertures et les fermetures de ces vannes sont commandées

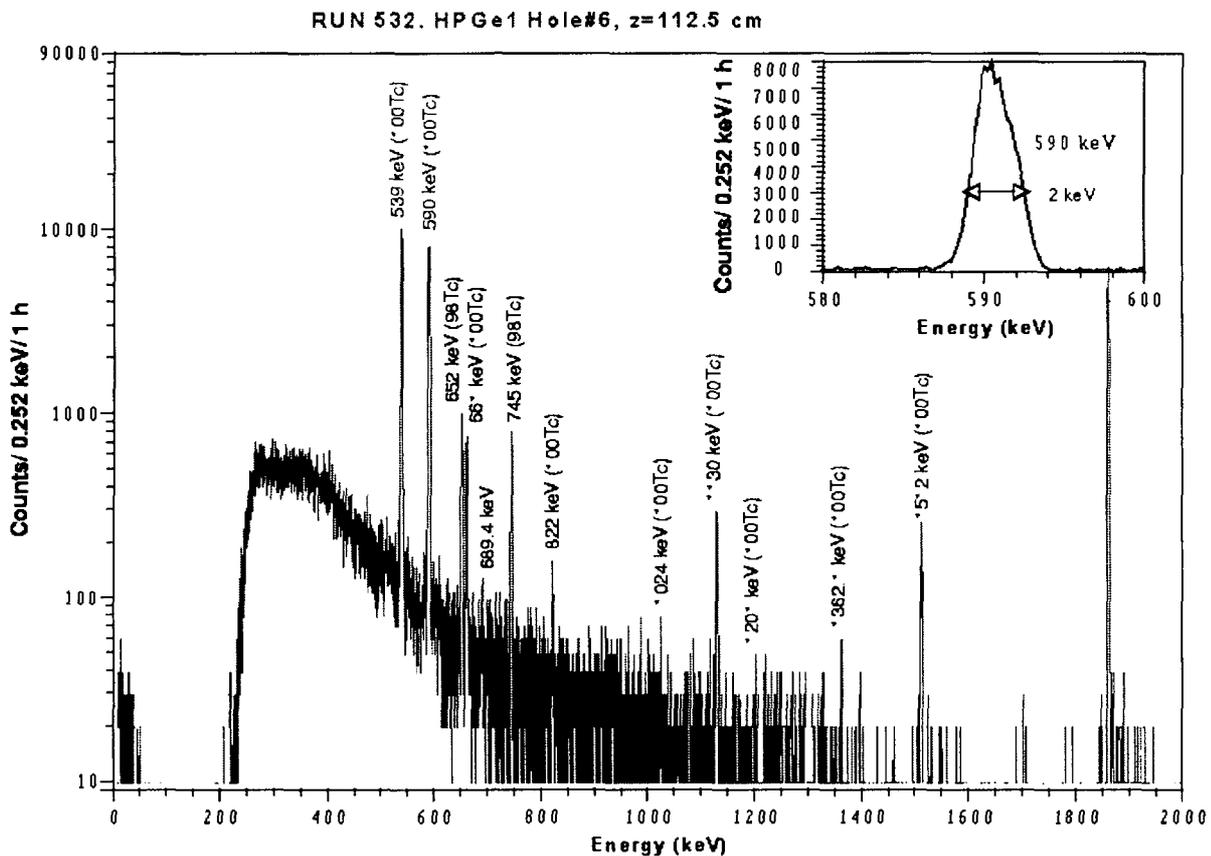


par des détecteurs de passage de la navette et des détecteurs de pression. Les matériaux utilisés ont été choisis pour avoir un minimum de perturbation des énergies et des flux des neutrons en PI et un minimum d'absorption des gammas en PM. Un échantillon métallique de  $^{99}\text{Tc}$  (14 mg) et deux poudres de  $\text{KO}_4\text{Tc}$  de 0,4 g et 0,2 g ont été irradiés dans différents canaux du massif de plomb toutes les 14,4 s (cycle du PS). L'intensité du faisceau de protons est de l'ordre de  $10^9$ /pulse avec une énergie cinétique de 2,75 GeV.

Les données ont été stockées, à chaque cycle et durant 9 s, par l'intermédiaire d'un système d'acquisition basé sur le logiciel CASCADE du CERN spécialement adapté pour la spectroscopie gamma et capable de prendre de grandes quantités d'événements en coïncidences. Une cartographie complète du massif de plomb a été effectuée à partir du 0,4 g de  $\text{KO}_4\text{Tc}$ . Des mesures en un point donné du massif de plomb ont été effectuées avec différents échantillons de  $^{99}\text{Tc}$ ,  $^{27}\text{Al}$ , Ag naturel et  $^{12}\text{C}$ . Ce dernier permet d'évaluer les taux de réactions (n,2n) et (n,3n) dans  $^{12}\text{C}$ . Des mesures de coïncidence gamma-gamma ont été aussi effectuées. Le nombre total de protons (dose) est déterminé à partir des transformateurs de courant. Un exemple de spectre gamma obtenu est représenté sur la figure III. On voit apparaître sur cette figure les raies gamma de désexcitation de  $^{100}\text{Tc}$  par  $\beta^-$  vers  $^{100}\text{Ru}$  en particulier celles à 539 et 590 keV. Les intensités de ces raies permettent d'évaluer avec une bonne précision le nombre de captures par proton ou taux d'incinération. Des mesures similaires avec  $^{129}\text{I}$  ont été aussi effectuées sans utilisation du fast rabbit.

En parallèle avec les mesures, des simulations utilisant des nouvelles techniques pour la production et la propagation des neutrons dans le plomb<sup>4</sup> sont aussi en cours. Le code de calcul est adapté à la géométrie et à la composition des échantillons à transmuter.

Les analyses sont en cours, mais déjà on peut démontrer que le fissionnement des neutrons de spallation permet effectivement de « brûler » certains déchets nucléaires.



<sup>4</sup> F. Carminati, Y. Kadi, I. Papadopoulos, C. Rubbia, *TARC general purpose Monte-Carlo*, CERN/ET/Internal Note, 1996