



La neutronique dans un grand massif de plomb

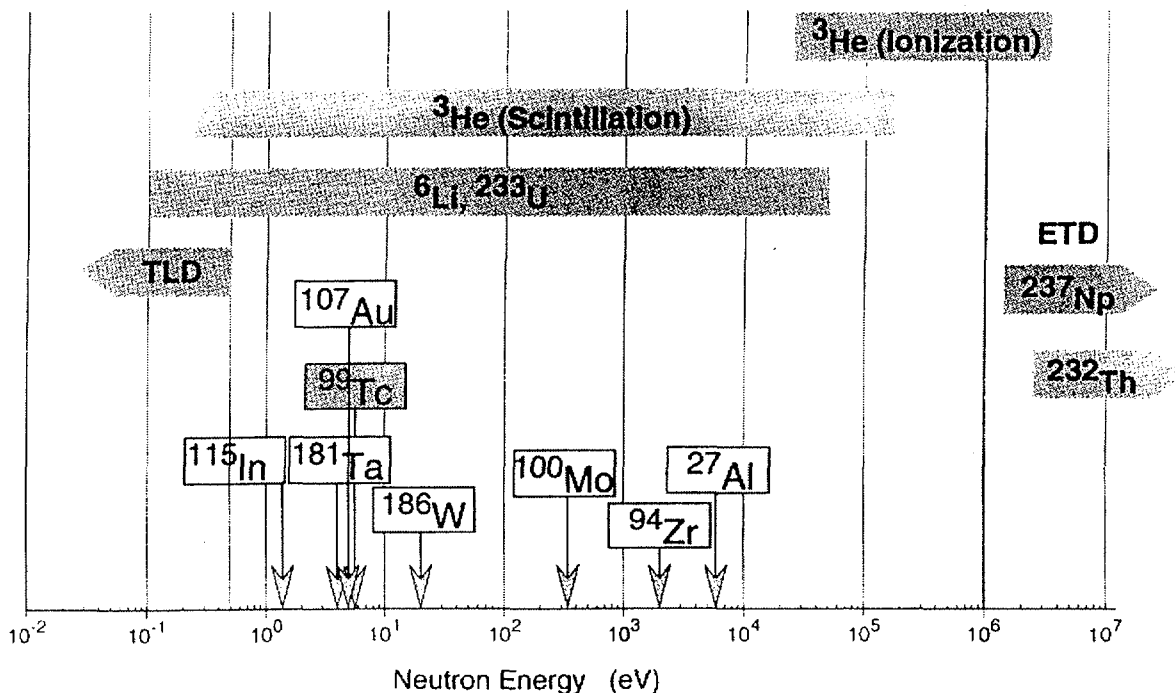
S. Andriamonje, R. Del Moral, V. Lacoste (CENBG)

Collaboration TARC dirigée par C. Rubbia*

The neutronic properties of the lead have been determined from the measurement of the energy and the flux of spallation neutrons produced inside a large lead block. The different methods used are described. The strong correlation with time and energy has been measured from the detection of the prompt gamma emitted from the known resonance of different material.

Comme nous l'avons indiqué dans la contribution précédente, l'autre volet de TARC est aussi l'étude des propriétés du plomb pour la neutronique. Nous rappelons que dans le projet Amplificateur d'Énergie, le matériau envisagé comme caloporteur et modérateur est le plomb. Ces propriétés sont les énergies et les flux des neutrons ainsi que les propriétés de propagation des neutrons de spallation dans un milieu constitué essentiellement par du plomb hyper pur. En effet un des résultats de la cinématique des neutrons dans un massif de plomb pur est l'existence d'une forte corrélation entre l'énergie des neutrons et le temps entre l'émission et la détection⁵. De ce fait le massif peut être considéré comme un spectromètre à ralentissement.

La relation temps-énergie est de la forme $t = (2\lambda/\xi)(1/v - 1/v_0)$ avec λ la longueur de diffusion, ξ l'augmentation moyenne de l'énergie, v_0 la vitesse initiale du neutron et v la vitesse du neutron au moment de la détection.



Pour un temps suffisamment long la relation ne dépend que de v .

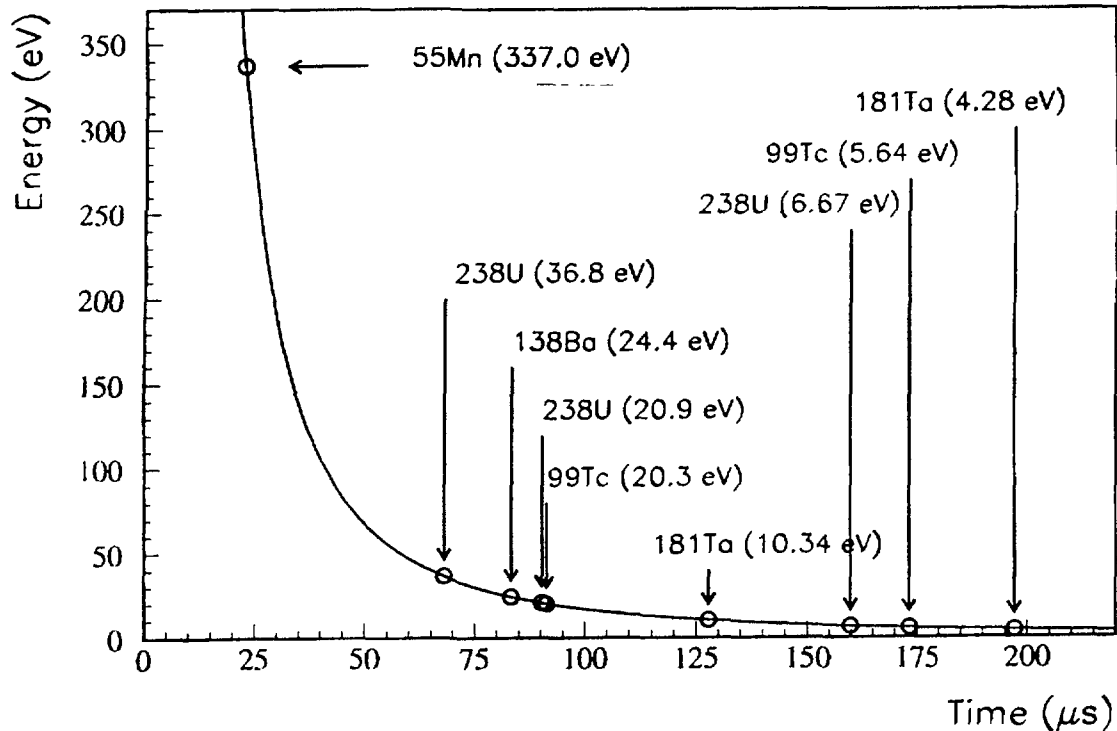
La calibration temps-énergie du système TARC a été effectuée par l'observation de la distribution en temps des gamma prompts émis par capture de neutrons dans des éléments ayant des fortes résonances bien connues (^{55}Mn , Ag_{nat} , ^{99}Tc , ^{138}Ba , ^{181}Ta , ^{238}U). Les gammas ont été détectés par l'intermédiaire d'un scintillateur CeF_3 . La relation obtenue est $E(\text{eV}) = 173\,000/(t(\mu\text{s}) + 0.4)^2$ qui est en bon accord avec la simulation Monte-Carlo.

⁵ L. E. Lazareva et al., Lebedev Institute of Physics, JETP USSR 29, Sept. 1955
A. A. Bergman et al., Proc. GVA Conf. on Atomic Energy, 1955

Les limitations expérimentales ne permettent pas d'étendre les mesures en dessous de 4 μs donc pour des énergies de neutron plus élevés. De ce fait les énergies des neutrons ont été mesurées à l'aide des détecteurs à ^3He préalablement calibrés à partir de neutrons monoénergétiques.

Plusieurs techniques ont été utilisées pour déterminer les énergies et les flux des neutrons de spallation créés dans le grand massif de plomb. Sur la figure 1 sont représentés les différents types de détecteurs utilisés pour couvrir une gamme d'énergie des neutrons allant des énergies thermiques à plusieurs MeV. Les mesures

Relation between Time and Energy



différentielles ($\Phi_n E_n dE_n$) ont été effectuées à partir :

- des détecteurs à ^3He (à scintillation) utilisant la détection des lumières émises par la réaction $n + ^3\text{He} \rightarrow ^3\text{H} + p + 764 \text{ keV}$.
- diodes au silicium utilisant la détection :
 - des produits de la réaction $n + ^6\text{Li} \rightarrow \alpha + ^3\text{H} + 4,8 \text{ MeV}$
 - des fragments de fission (ff) produits par la réaction $n + ^{233}\text{U} \rightarrow \text{ff} + 200 \text{ MeV}$ (la calibration absolue étant effectuée à partir des α émis par $^{233}\text{U} \rightarrow ^{229}\text{Th} + \alpha + 4,86 \text{ MeV}$).

Les mesures intégrales ($\int \Phi_n E_n dE_n$) ont été effectuées :

- par la mesure par thermoluminescence des lumières provenant de l'activation d'un sandwich de $^6\text{Li}/^7\text{Li}$
- par activation des feuilles de In (1,5 eV), Au (4,9 eV) et W (18 eV)
- par le comptage de ff produits à partir des ^{232}Th et ^{237}Np ayant respectivement comme seuil de fission 1,5 MeV et 2,0 MeV.

Des cartographies complètes du massif de plomb ont été effectuées par l'utilisation de ces techniques. Celles-ci représentent une grande quantité de données qui sont en cours d'analyse.