



Tous les numéros ▶ Volume 6 (2020) ▶ EPJ Nuclear Sci. Technol., 6 (2020) 54 ▶ HTML complet

Accès libre

Problème	EPJ Nuclear Sci. Technol. Volume 6, 2020
Numéro de l'article	54
Nombre de pages)	20
EST CE QUE JE	https://doi.org/10.1051/epjn/2020013
Publié en ligne	11 septembre 2020

EPJ Nuclear Sci. Technol. 6, 54 (2020)

<https://doi.org/10.1051/epjn/2020013>

Article régulier

Génération de matrices de corrélation et de covariance pour les paramètres temporels DN recommandés dans les modèles à 6 et 8 groupes

Vladimir M. Piksaikin, Andrey S. Egorov, Dmitrii E. Gremyachkin^{*}, Konstantin V. Mitrofanovet
Vjacheslav F. Mitrofanov

JSC «SSC RF - IPPE», Bondarenko sq. 1, Obninsk, 249033, Fédération de Russie

^{*}
e-mail: dgremyachkin@ippe.ru

Reçu: 20 décembre 2019 Reçu sous sa forme définitive: 11 mars 2020 Accepté: 18 juin 2020 Publié en ligne: 11 septembre 2020

Abstract

Dans le présent travail, les nouvelles données sur les matrices de corrélation et de covariance ont été calculées pour toutes les données recommandées sur les paramètres temporels des neutrons retardés dans les modèles à 6 et 8 groupes. La méthode de production des données de corrélation et de covariance pour les paramètres temporels DN est décrite. Le tableau des modifications est répertorié dans le texte. Quelques exemples de données générées sur la base de courbes de décroissance DN expérimentales (pour les données IPPE) et des données générées sur la base de courbes de décroissance restaurées à l'aide de paramètres temporels (pour des travaux d'autres auteurs) sont également répertoriés.

© VM Piksaikin et al., Publié par EDP Sciences, 2020



Il s'agit d'un article en libre accès distribué sous les termes de la licence d'attribution Creative Commons (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>), qui permet une utilisation, une distribution et une reproduction sans restriction sur tout support, à condition que l'œuvre originale soit correctement citée.

1. Introduction

Suite à l'évaluation par Tuttle des données de neutrons retardés (DN) en 1979 [1], le sous-groupe (SG) 6 du WPEC de l'OCDE / AEN a réalisé une évaluation dans le but d'améliorer les données macroscopiques de DN

Table des matières

Article

- Abstrait
- HTML complet
- PDF (552,6 Ko)
- ePUB (1,333 Mo)
- Les références

Métrique

[Afficher les statistiques de l'article](#)

Prestations de service

Mêmes auteurs

- [Google Scholar](#)
- [Base de données EDP Sciences](#)

[Recommander cet article](#)

[Télécharger la citation](#)

Articles Liés

[Mesure des caractéristiques temporelles des neutrons retardés de la fission induite par les neutrons de \$^{237}\text{Np}\$ dans la gamme d'énergie de 14,2 à 18 MeV](#)

EPJ Web of Conferences 146, 04059 (2017)

[L'incertitude et les covariances des abondances de neutrons retardés à 8 groupes nouvellement dérivées définissent](#)

EPJ Nuclear Sci. Technol. 4, 31 (2018)

[Affiche 3 4](#)

Conférence internationale sur les données nucléaires pour la science et la technologie

Plus

Bookmarking

D'accord



[Services aux lecteurs](#)

[Alerte email](#)

Haut
Abstrait

DN pour les trois nucléides ci-dessus et pour les paramètres temporels de DN dans les modèles à 6 et 8 groupes pour l'ensemble des nucléides [3] inclus dans l'évaluation de Tuttle [1]. Cependant, SG 6 n'avait pas l'intention d'élaborer une approche pour calculer la corrélation et les données de covariance pour les paramètres temporels DN.

En 2013, la Section des données nucléaires de l'AIEA a lancé un projet de recherche coordonnée (CRP) dans le but de créer une base de données de référence pour les données microscopiques et macroscopiques DN basées sur les derniers efforts expérimentaux [4]. Parmi les nombreuses nouvelles données DN développées dans le cadre de ce projet, il y a les paramètres DN temporels recommandés révisés pour les modèles à 6 et 8 groupes. La base de données révisée des paramètres de groupe DN contenait des informations sur les corrélations et les covariances uniquement pour quelques nucléides, et principalement pour le modèle à 6 groupes, qui ont été obtenues sur la base des données IPPE. Compte tenu des exigences à jour de la communauté des réacteurs, il est nécessaire d'étendre ces informations à tous les nucléides inclus dans la nouvelle base de données DN recommandée produite dans le cadre du projet CRP.

Le but de ce travail est triple: (1) développer une approche pour le calcul des données de corrélation et de covariance pour les paramètres temporels de DN à la fois dans les modèles à 6 et 8 groupes; (2) pour calculer la corrélation et les matrices de covariance pour tous les nucléides inclus dans la base de données recommandée de l'AIEA / CRP [5]; (3) de fournir ces données sous une forme appropriée pour faciliter leur inclusion dans la base de données en ligne sur les neutrons à retard bêta de l'AIEA / NDS.

- [4 L'AIEA ...](#)
- [5. Conclusions](#)
- [Remerciements](#)
- [Annexe A](#)
- [Les références](#)
- [Liste des tableaux](#)
- [Liste des figures](#)

2 Méthodes d'estimation des paramètres temporels DN et de génération des données de corrélation et de covariance dans les modèles à 6 et 8 groupes

2.1 La méthode IPPE pour l'estimation des paramètres DN et leurs données de corrélation et de covariance dans les modèles à 6 et 8 groupes

Les paramètres temporels DN (abondances relatives et demi-vies) sont déterminés à partir des courbes de décroissance DN obtenues dans les mesures d'activité DN en fonction du temps après irradiation de l'échantillon par les neutrons. L'espérance du nombre de comptages z_i détectés dans l'intervalle de temps (t_{i-1}, t_i) dans les mesures cycliques avec le temps d'irradiation t_{irr} , N cycles dont chacun a une durée T et l'intensité de fond neutronique B peut être représenté par l'expression suivante [6]

$$M(z_i) = A \cdot \sum_{k=1}^K p_k \cdot \tau_k \cdot \left(1 - e^{-\frac{t_{irr}}{\tau_k}}\right) \cdot \left(1 - e^{-\frac{t_i - t_{i-1}}{\tau_k}}\right) \cdot e^{-\frac{t_{i-1} - t_{irr}}{\tau_k}} \cdot \left[\frac{N}{1 - e^{-\frac{T}{\tau_k}}} - \frac{e^{-\frac{T}{\tau_k}}}{\left(1 - e^{-\frac{T}{\tau_k}}\right)^2} \cdot \left(1 - e^{-\frac{N \cdot T}{\tau_k}}\right) \right] + B \cdot (t_i - t_{i-1}) \cdot N \quad (1)$$

où A - l'activité de saturation DN, K - le nombre de groupes DN, p_k - la probabilité que les précurseurs appartiennent à la k ième groupe DN, τ_k - temps moyen de vie des précurseurs correspondant à k ième groupe DN ($\tau_k = 1 / \lambda_k = T_k / \ln 2$, λ_k et T_k étant respectivement la constante de désintégration et la demi-vie du k ème groupe DN). Les chiffres z_i peuvent être considérées comme des variables aléatoires indépendantes avec l'espérance mathématique qui dépend de $n = 2 \cdot K + 2$ paramètres inconnus

$$\{A, B, p_k, \tau_k, k = 1, \dots, K\}. \quad (2)$$

D'accord

Du point de vue physique, tous les paramètres de l'ensemble (2) doivent être non négatifs. Les paramètres p_k doivent être normalisés à l'unité. Par conséquent, il convient d'effectuer le paramétrage suivant

$$p_k = \frac{y_k}{\sum_{j=1}^K y_j}. \quad (3)$$

rendements relatifs de DN par rapport à ce groupe. Ensuite, l'ensemble (2) est transformé en l'ensemble suivant

$$\{A, B, y_k, \tau_k, k = 1, \dots, K\}, \quad (4)$$

dont tous les éléments sont non négatifs et l'un des y_k est égal à l'unité. Il est commode d'introduire pour l'ensemble (4) une nouvelle désignation a_j en les renumérotant de 1 à n et en les considérant comme les coordonnées du vecteur \vec{a} . Avoir l'expression explicite

$$M(z_i) = F_i(a_1, \dots, a_n) \quad (5)$$

on peut formuler la tâche d'estimation des paramètres $\{a_1, \dots, a_n\}$ comme la recherche d'une description optimale des valeurs mesurées z_i par les fonctions $F_i(\vec{a})$. Statistiquement, le processus d'itération peut être formulé de la manière suivante. L'hypothèse H_0 est faite que les valeurs des paramètres sont

$$\{a_j = a_j^{(0)}, j = 1, \dots, n\}. \quad (6)$$

Une hypothèse alternative H est que les paramètres sont présentés sous la forme suivante

$$\{a_j = a_j^{(0)} \cdot e^{\delta_j}, j = 1, \dots, n\}. \quad (7)$$

En développant $F_i(\vec{a})$ dans une série de Taylor au voisinage de $\vec{\delta} = \{\delta_j = 0, j = 1, \dots, n\}$ le modèle linéaire par rapport aux corrections $\vec{\delta}$ est créé

$$F_i(\vec{a}) = F_i(\vec{a}^{(0)}) + \sum_{j=1}^n c_{ij} \cdot \delta_j, \quad (8)$$

où

$$c_{ij} = \left. \frac{\partial F_i(\vec{a})}{\partial a_j} \cdot \frac{\partial a_j}{\partial \delta_j} \right|_{\delta_j=0}. \quad (9)$$

Ce modèle est utilisé pour l'estimation de $\vec{\delta}$ sur la base de valeurs mesurées z_i . Si les corrections obtenues diffèrent considérablement de zéro, alors l'hypothèse H_0 est écartée et une hypothèse corrigée H est proposée. Si la différence des corrections par rapport à zéro est considérée comme négligeable, alors l'hypothèse H_0 est acceptée et le vecteur $\vec{a}^{(0)}$ est choisi comme estimation résultante. Les incertitudes statistiques de l'estimation sont déterminées par l'incertitude du terme de correction. L'approche actuelle pour résoudre le problème est que l'estimation du vecteur $\vec{\delta}$ est déterminée au moyen de la séquence d'estimations $\{\vec{\delta}^{(i)}, i = 1, \dots, m\}$, chacun n'utilisant qu'une seule mesure z_i et l'estimation précédente.

Particulièrement pour chaque i on devrait trouver à $\vec{\delta}^{(i)}$ partir de la condition du minimum de la forme quadratique suivante

$$Q(\vec{\delta}^{(i)}) = \left(\vec{\delta}^{(i)} - \vec{\delta}^{(i-1)} \right)^T \cdot V_{i-1}^{-1} \cdot \left(\vec{\delta}^{(i)} - \vec{\delta}^{(i-1)} \right) + w_i \cdot \left[z_i - F_i(\vec{a}^{(0)}) - c_i^T \cdot \vec{\delta}^{(i)} \right]^2, \quad (\text{dix})$$

D'accord

où V_{i-1}^{-1} - matrice qui est l'inverse de la matrice de covariance V_{i-1} de l'estimation $\vec{\delta}^{(i-1)}$, c_i^T - i ième ligne de la matrice C . A partir du théorème de Gauss-Markov sur l'estimation de la méthode des moindres carrés généralisés correspondant au minimum de la valeur, on peut obtenir les formules suivantes pour l'estimation de la valeur des paramètres de neutrons retardés ainsi que la matrice de covariance appropriée $Q(\vec{\delta}^{(i)})$

$$\vec{\delta}^{(i)} = \vec{\delta}^{(i-1)} + \frac{z_i - F_i(\vec{a}^{(0)}) - c_i^T \cdot \vec{\delta}^{(i)}}{D(z_i) + c_i^T \cdot V_{i-1} \cdot c_i} \cdot V_{i-1} \cdot c_i, \quad (11)$$

(12)

où $D(z_j)$ - la variance de z_j .

La matrice de corrélation a été obtenue avec la formule suivante

$$\text{Cor}(x_i, x_j) = \frac{\text{Cov}(x_i, x_j)}{\sigma(x_i) \cdot \sigma(x_j)}, \quad (13)$$

où $i, j = 1, \dots, n$; $\sigma(x_i), \sigma(x_j)$ - variances des paramètres x_i et x_j , respectivement.

Il existe deux types d'ensembles de données DN dans la base de données recommandée de l'AIEA / CRP. Le premier est lié aux ensembles de paramètres DN pour lesquels des courbes de décroissance expérimentales sont disponibles (les données IPPE). Ces données peuvent être utilisées pour générer des données de covariance directement à partir de la procédure d'estimation des moindres carrés appliquée aux courbes de décroissance. Le deuxième type de données comprend les ensembles de paramètres DN sans les courbes de décroissance expérimentales associées. *Dans chaque cas, nous avons utilisé une approche différente pour la génération des données de corrélation et de covariance.*

2.2 La méthode LANL pour l'estimation des paramètres DN dans le modèle à 8 groupes

Au lieu d'utiliser la courbe de décroissance DN originale ou son estimation analytique incorporée dans la méthode d'expansion IPPE, les techniques LANL sont basées sur une autre fonction analytique - la simulation de la dépendance temporelle de la puissance relative d'un système contenant un nucléide à l'étude. Une description détaillée de cette méthode est présentée dans l'article [3]. Pour la commodité du lecteur, les principales caractéristiques de cette méthode sont décrites ci-dessous.

Tout d'abord, une série de 20 transitoires de systèmes correspondant à des entrées échelonnées de réactivité dans une plage de 0,01 \$ à 0,95 \$ est générée sur la base de la solution exacte des équations cinétiques point-réacteur selon la fonction

$$N = \sum_{j=1}^{n+1} A_j \cdot \exp(\omega_j \cdot t) \quad (14)$$

où N - la puissance relative des neutrons; A_j - l'amplitude du j ème terme; ω_j - la j ème racine de l'équation horaire calculée à l'aide des paramètres DN d'origine; n - le nombre de groupes DN dans le modèle d'origine. Les amplitudes, A_j , dans cette équation sont liées à l'abondance relative, a_i , et à la constante de décroissance de chaque groupe, λ_i , et à la réactivité du système, $\rho_\$,$ comme suit

$$A_j = \frac{\rho_\$}{\left[\frac{\Lambda}{\beta} + \sum_{i=1}^n \frac{a_i \cdot \lambda_i}{(\omega_j + \lambda_i)^2} \right] \cdot \omega_j}, \quad (15)$$

où Λ - le temps de génération des neutrons; β - la fraction efficace de neutrons retardés.

Sur la base des dépendances obtenues du flux neutronique relatif sur le temps $N(t)$ et la période inverse asymptotique, un fichier de données initiales a été créé pour un ensemble spécifique de paramètres de groupe du DN, qui ont ensuite été utilisés pour obtenir les paramètres de groupe du DN dans le cadre du modèle à 8 groupes. Dans ce cas, le flux neutronique relatif a été décrit par une fonction similaire à l'équation (14), dans laquelle les amplitudes ont été déterminées par expression

$$A_j = \frac{\omega_a \cdot \frac{\Lambda}{\beta} + \sum_{i=1}^m \frac{a_i \cdot \omega_a}{(\omega_a + \lambda_i)}}{\left[\frac{\Lambda}{\beta} + \sum_{i=1}^m \frac{a_i \cdot \lambda_i}{(\omega_j + \lambda_i)^2} \right] \cdot \omega_j}, \quad (16)$$

où ω_a - la période inverse asymptotique correspondant à la valeur de réactivité obtenue à partir du modèle initial des caractéristiques DN.

constante de décroissance dans le modèle à 8 groupes (les valeurs des demi-vies sont fixes). Par conséquent, toutes les incertitudes sur la réactivité sont regroupées dans les incertitudes d'abondance des groupes.

2.3 Comparaison des méthodes IPPE et LANL pour l'estimation des caractéristiques DN à 8 groupes

Les processus d'expansion discutés ont été comparés en utilisant les données expérimentales de 6 groupes obtenues par Keepin et al. [7] de la fission induite par neutrons rapides de ^{240}Pu . Les résultats de la méthode d'expansion LANL ont été tirés des ensembles de données DN recommandés présentés dans l'article [3] et présentés dans le [tableau 1](#) . Les résultats de l'estimation des paramètres DN à 8 groupes obtenus par la méthode IPPE sont présentés dans le [tableau 2](#) .

Les [tableaux 1](#) et [2](#) montrent que les abondances relatives à 8 groupes obtenues par le traitement LSF des courbes de décroissance du modèle basées sur les données DN à 6 groupes par les deux méthodes concordent dans leurs incertitudes. C'est une bonne indication que la matrice de corrélation obtenue dans la procédure d'estimation des paramètres DN à 8 groupes est correcte. *En tenant compte du fait que la méthode LANL inclut la procédure d'estimation des incertitudes qui est cohérente avec les incertitudes des ensembles de données DN à 6 groupes d'origine, la matrice de covariance pour le modèle à 8 groupes dans le cas d'ensembles de données DN sans courbes de décroissance expérimentales a été calculée sur la base de la matrice de corrélation IPPE et des incertitudes fournies dans les ensembles de données à 8 groupes recommandés par Spriggs et al. [3] (voir le paragraphe approprié ci-dessous).*

Il convient de noter qu'un désaccord entre les paramètres élargis de DN à 8 groupes (énumérés dans [3]) et les ensembles de données originaux de DN à 6 groupes a été trouvé pour la fission induite par les neutrons rapides de ^{242}Pu [8] et ^{238}U [7]. À savoir, il n'y a pas d'accord entre les données à 8 groupes obtenues par la méthode d'expansion LANL [3] et les données obtenues à l'aide de la méthode IPPE [6]. Cela signifie que la matrice de corrélation estimée ne sera pas adaptée à l'ensemble de données DN à 8 groupes recommandé. Afin d'étudier la raison d'un tel écart, les rapports des courbes de décroissance obtenues pour les ensembles de données DN à 8 groupes par les méthodes d'expansion LANL et IPPE aux courbes de décroissance DN obtenues avec les données originales à 6 groupes par Waldo (^{242}Pu [8]) ont été calculés. Les données résultantes sont représentées sur la [figure 1](#) .

De la même manière, les rapports des courbes de désintégration ont été obtenus pour l'ensemble de données DN à 8 groupes en utilisant les méthodes d'expansion LANL et IPPE à la courbe de désintégration DN à partir de la fission neutronique rapide de ^{238}U obtenue avec les données originales à 6 groupes par Keepin [7] ont été calculés. Les résultats sont présentés à la [figure 2](#) .

On voit sur la [figure 1](#) que la courbe de décroissance calculée avec l'ensemble de données à 8 groupes de Spriggs diffère de manière significative des courbes de décroissance à 6 groupes d'origine de Waldo [8]. La courbe de désintégration obtenue avec les méthodes IPPE ne diffère pas de la courbe de désintégration originale de Waldo de plus de 5%. En conséquence, il a été décidé de remplacer l'ensemble de données DN à 8 groupes pour la fission induite par neutrons rapides de ^{242}Pu [8] obtenu à l'aide de la méthode d'expansion LANL par l'ensemble de données DN correspondant estimé avec la méthode IPPE.

Sur la [figure 2](#), on peut voir que l'ensemble de données à 8 groupes recommandé par Spriggs [3] dans la plage de 160 à 580 s diffère considérablement des données originales à 6 groupes de Keepin [7]. Dans le même temps, la courbe de décroissance obtenue en utilisant la méthode IPPE est en cohérence avec les données d'origine Keepin dans la plage inférieure à 500 s. Une incohérence dans la plage au-dessus de 500 s pourrait être due à l'écart entre les demi-vies du premier (le plus long) groupe DN pour la représentation à 6 et 8 groupes (53,0 s et 55,6 s, respectivement). Cette question est examinée dans le cadre des travaux consacrés aux résultats de l'AIEA / CRP [5].

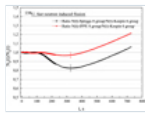
D'accord

Tableau 1 L'ensemble de données recommandé des paramètres DN à 8 groupes pour la fission de ^{240}Pu par les neutrons rapides a été élargi à partir du modèle à 6 groupes (méthode d'expansion LANL [3]).

Tableau 2 Les paramètres DN à 8 groupes issus du traitement de la courbe de désintégration DN générés à partir des paramètres DN à 6 groupes issus de la fission de ^{240}Pu par des neutrons rapides (méthode d'expansion IPPE [6]).

données DN à 8 groupes avec les méthodes d'expansion LANL et IPPE à la courbe de décroissance DN obtenue avec les données originales à 6 groupes pour ^{242}Pu par Waldo [8].

Fig. 2



Le rapport des courbes de décroissance calculées sur la base du jeu de données DN à 8 groupes avec les méthodes d'expansion LANL et IPPE à la courbe de décroissance DN obtenue avec les données originales à 6 groupes pour ^{238}U par Keepin [7].

3 Génération de données de corrélation et de covariance

3.1 Génération de données de corrélation et de covariance pour les données IPPE

Les matrices de corrélation et de covariance ont été générées pour les ensembles de données IPPE DN suivants obtenus dans la fission induite par neutrons thermique, rapide et à haute énergie qui est considérée comme de nouveaux ensembles de données recommandées [5]:

$^{232}\text{Th}_{\text{high}}$: $E_n = 14,23$ MeV, Roshchenko et al. (2010) [9];

$^{233}\text{U}_{\text{thermal}}$: spectre thermique, Piksaikin et al. (2002) [10];

$^{233}\text{U}_{\text{fast}}$: $E_n = 0,59$ MeV, Piksaikin et al. (1997) [11];

$^{235}\text{U}_{\text{thermal}}$: spectre thermique, Piksaikin et al. (2002) [6];

$^{235}\text{U}_{\text{rapide}}$: $E_n = 0,81$ MeV, Piksaikin et al. (2002) [6];

$^{236}\text{U}_{\text{fast}}$: $E_n = 3,7$ MeV, Piksaikin et al. (1997) [13];

$^{238}\text{U}_{\text{rapide}}$: $E_n = 3,75$ MeV, Piksaikin et al. (2002) [6];

$^{238}\text{U}_{\text{high}}$: $E_n = 14,23$ MeV, Piksaikin et al. (2007) [14];

$^{237}\text{Np}_{\text{fast}}$: $E_n = 3,745$ MeV, Piksaikin et al. (1997) [12];

$^{237}\text{Np}_{\text{high}}$: $E_n = 14,23$ MeV, Gremyachkin et al., (2017) [15];

$^{239}\text{Pu}_{\text{thermal}}$: spectre thermique, Piksaikin et al. (2013) [11];

$^{239}\text{Pu}_{\text{fast}}$: $E_n = 0,86$ MeV, Piksaikin et al. (2013) [11];

$^{239}\text{Pu}_{\text{high}}$: $E_n = 15,8$ MeV, Piksaikin et al. (2007) [16];

$^{241}\text{Am}_{\text{fast}}$: $E_n = 1,06$ MeV, Piksaikin et al. (2013) [11];

$^{241}\text{Am}_{\text{high}}$: $E_n = 15,8$ MeV, Gremyachkin et al. (2018) [17].

D'accord

3.1.1 Le modèle à 6 groupes de paramètres DN

quatre groupes les plus longs. Les paramètres des deux groupes restants ont été estimés à partir des courbes de décroissance correspondant aux expériences avec le temps d'irradiation de 15 s.

La procédure de calcul de la moyenne a été utilisée lorsque plusieurs ensembles de données de paramètres DN étaient disponibles pour l'énergie neutronique incidente spécifiée. La procédure de calcul de la moyenne de plusieurs ensembles de paramètres DN est décrite dans l'article [6]. Toutes les analyses de nos expériences peuvent être considérées comme indépendantes. Il n'y a pas de paramètre qui est dérivé d'une exécution puis utilisé dans le traitement de l'autre. Contexte B, l'activité A et les incertitudes correspondantes da et dB sont estimées pour chaque courbe de décroissance simultanément avec a_i et T_i et leurs incertitudes da_i et dT_i . Si nous avons le vecteur $\vec{b}^{(i)}$, dont les composants sont les paramètres DN

$$\vec{b}^{(i)} \equiv (b_j^{(i)}, j = 1, \dots, 2 \cdot K) \equiv (Y_1^{(i)}, \dots, Y_K^{(i)}, T_1^{(i)}, \dots, T_K^{(i)}). \quad (17)$$

Dans une approximation de modèle de groupe K et la matrice de covariance appropriée V_j pour chaque essai expérimental j , on peut obtenir l'ensemble résultant \vec{b} des abondances relatives et des périodes moyennées sur M mesures indépendantes selon l'expression suivante

$$\vec{b} = V(V_1^{-1} \cdot \vec{b}^{(1)} + V_2^{-1} \cdot \vec{b}^{(2)} + \dots + V_M^{-1} \cdot \vec{b}^{(M)}), \quad (18)$$

où $V = (V_1^{-1} + V_2^{-1} + \dots + V_M^{-1})^{-1}$ est la matrice de covariance de l'ensemble \vec{b} des paramètres DN. Les incertitudes des valeurs moyennes des abondances relatives et des demi-vies de DN ont été prises comme la racine carrée des éléments diagonaux appropriés de la matrice de covariance V .

Ainsi, les paramètres temporels du DN et les matrices de corrélation et de covariance appropriées dans le modèle à 6 groupes pour les données IPPE ont été obtenus directement à partir des courbes de décroissance expérimentales en utilisant la procédure de moyennage qui prend en compte la forte corrélation croisée entre les paramètres DN dérivés du moins ajustement des carrés des courbes de décroissance.

3.1.2 Le modèle à 8 groupes de paramètres DN

Il existe deux approches possibles pour la génération des paramètres DN (a_i, T_i), les données de corrélation et de covariance pour le modèle à 8 groupes. La première consiste à estimer ces données directement à partir du traitement LSF des courbes de décroissance expérimentales. La seconde consiste à produire ces données à partir du traitement LSF des courbes de décroissance calculées à l'aide des paramètres DN à 6 groupes (a_i, T_i) estimés dans le traitement primaire des données expérimentales (une courbe de décroissance modèle).

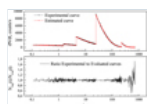
Les approches décrites ont été comparées en utilisant la courbe de désintégration expérimentale obtenue dans l'expérience dans laquelle un échantillon de ²³⁵U a été irradié par des neutrons thermiques pendant 180 s. L'intervalle de temps de comptage DN était de 0,1 à 720 s. Le nombre total de coups enregistrés par le détecteur de neutrons était de 840272. Sur la [figure 3](#), cette courbe de décroissance expérimentale est représentée avec la courbe de décroissance calculée à l'aide des paramètres DN estimés à 6 groupes (a_i, T_i). Les deux courbes retardées DN étaient le LSF traité dans le but d'estimer les paramètres DN à 8 groupes (a_i, T_i) et des matrices de corrélation appropriées. Les deux ensembles de paramètres DN obtenus dans le traitement LSF des données expérimentales et la courbe de décroissance estimée sont répertoriés dans les [tableaux 3](#) et [4](#), respectivement. Les matrices de corrélation pour les ensembles de paramètres DN sont répertoriées dans les [tableaux 5](#) et [6](#).

La comparaison des ensembles de paramètres, a_i , et de leurs incertitudes, da_i , ainsi que les valeurs des coefficients de corrélation, $Cor(a_i, a_j)$, obtenue dans les deux approches montre un très bon accord des données. La caractéristique la plus importante des résultats obtenus est l'identité des matrices de corrélation et la structure des incertitudes des paramètres dans les deux approches. Cela signifie que la dispersion statistique des courbes de décroissance n'a pas d'influence principale sur les propriétés de corrélation des paramètres DN au moins dans le cas d'une bonne précision statistique de la courbe de décroissance expérimentale et de l'estimation fiable des valeurs des paramètres DN. Sur la base de ces résultats, nous avons utilisé la deuxième approche pour l'estimation des données temporelles DN et leurs matrices de corrélation et de covariance pour les données IPPE. Bien que la possibilité d'obtenir ces données sur la base des données expérimentales de l'IPPE demeure.

primaire des données expérimentales, y compris la procédure de moyennage. Ensuite, ces courbes de décroissance ont été analysées à l'aide de la méthode itérative des moindres carrés pour obtenir les abondances relatives, la corrélation et les matrices de covariance dans la représentation du modèle à 8 groupes (voir l'annexe B pour les motivations de l'utilisation d'une approche aussi complexe).

Les révisions des ensembles de paramètres DN effectuées sur la base des données expérimentales IPPE dans le cadre de l'AIEA / CRP (Nuclear Data Sheets, à publier) par rapport aux ensembles recommandés de paramètres DN temporaires présentés dans [3] sont indiqués dans le [tableau 7](#).

Fig. 3



Dépendance temporelle de l'intensité neutronique retardée. Carrés - courbe expérimentale, cercles - courbe estimée dans le processus d'ajustement des moindres carrés. Le graphique inférieur montre le rapport entre la courbe expérimentale et la courbe évaluée.

Tableau 3 Les paramètres DN à 8 groupes (a_i) obtenus lors du traitement de la courbe de désintégration expérimentale mesurée à partir de la fission de ^{235}U par les neutrons thermiques.

Tableau 4 Les paramètres DN à 8 groupes (a_i) obtenus dans le traitement LSF de la courbe de décroissance calculée à l'aide des paramètres DN à 6 groupes estimés.

Tableau 5 La matrice de corrélation à 8 groupes obtenue lors du traitement de la courbe de désintégration expérimentale mesurée à partir de la fission de ^{235}U par les neutrons thermiques.

Tableau 6 La matrice de corrélation à 8 groupes obtenue dans le traitement LSF de la courbe de décroissance calculée à l'aide des paramètres DN estimés à 6 groupes (une courbe de décroissance modèle).

Tableau 7 Les révisions des ensembles de paramètres DN effectuées dans le cadre du projet AIEA / CRP effectuées sur la base des données expérimentales IPPE.

3.2 Génération de données de corrélation et de covariance pour les ensembles de données DN sans courbes de décroissance DN expérimentales

Les matrices de corrélation et de covariance dans le modèle à 6 et 8 groupes ont été générées pour les ensembles de données DN originaux suivants présentés comme données recommandées [3] et qui ont été inclus dans les nouveaux ensembles de données DN recommandés sans aucune modification [5]:

²³²Th_fast: spectre rapide, 6 groupes, Keepin et al. (1957) [7];

²³¹Pa_fast: au-dessus du seuil Cd, 6 groupes, Anoussis et al. (1973) [18];

²³¹Pa_high: $E_n = 14,8$ MeV max, 4 groupes, Brown et al. (1971) [19];

²³²U_ther: spectre thermique, 5 groupes, Waldo et al. (1981) [8];

²³³U_high: $E_n = 14,7$ MeV, 6 groupes, East et al. (1970) [20];

²³⁵U_high: $E_n = 14,7$ MeV, 6 groupes, East et al. (1970) [20];

²³⁸Pu_ther: spectre thermique, 6 groupes, Waldo et al. (1981) [8];

Pu_fast: spectre rapide, 6 groupes, Keepin et al. (1957) [7];

241 Pu_ther: Spectre thermique, 5 groupes, Cox (1961) [22];

241 Pu_fast: ~Fission Spectrum, 6-groupes, Gudkov et al. (1989) [23];

242 Pu_fast: spectre rapide, 6 groupes, Waldo et al. (1981) [8];

242 Pu_high: $En = 14,7$ MeV, 6 groupes, East et al. (1970) [20];

241 Am_ther: spectre thermique, 6 groupes, Waldo et al. (1981) [8];

242m Am_ther: spectre thermique, 6 groupes, Waldo et al. (1981) [8];

243 Am_fast: Spectre rapide, 7 groupes, Charlton et al. (1998) [24];

245 Cm_ther: spectre thermique, 6 groupes, Waldo et al. (1981) [8];

249 Cf_ther: Spectre thermique, 4 groupes, Waldo et al. (1981) [8];

252 Cf_spon: Fission spontanée, 4 groupes, Chulick et al. (1969) [25].

Dans un premier temps, les courbes de décroissance du DN ont été générées sur la base des paramètres disponibles du DN à 6 groupes (certaines de ces données sont disponibles dans les modèles à 4 et 5 groupes

[²³¹ Pa, etc.]). Les paramètres supplémentaires suivants ont été utilisés pour générer les courbes de décroissance: le temps d'irradiation - 180 s; le nombre de cycles - 1; la séquence temporelle du comptage de neutrons retardé - 0,01 s - 150 canaux, 0,02 s - 150 canaux, 0,1 s - 200 canaux, 1 s - 200 canaux, 10 s - 50 canaux; l'activité A - 10000 coups / s; le fond de neutrons B - 10 coups / s (voir l' [annexe C](#) pour les conditions A = 1000, 5000; B = 100). Les courbes de décroissance DN obtenues ont été utilisées pour estimer la corrélation DN et les données de covariance pour le modèle à 6 et 8 groupes.

Pour justifier cette approche de génération de matrices de corrélation pour les données à 6 groupes, nous avons fait les estimations suivantes. Dans un premier temps, nous avons obtenu les paramètres des neutrons retardés (a_i, T_i) et la matrice de corrélation en utilisant la courbe de désintégration expérimentale

pour la fission induite par les neutrons thermiques de ²³⁵U (voir la discussion ci-dessus sur l'estimation du DN à 8 groupes paramètres pour les données IPPE). Lors de la deuxième étape, nous avons estimé les paramètres des neutrons retardés et la matrice de corrélation sur la base de la courbe de désintégration du modèle générée avec (a_i, T_i) obtenue lors de la première étape de traitement. Les données obtenues sur les paramètres temporels DN (a_i, T_i) sont présentés dans les [tableaux 8](#) et [9](#) pour les courbes de décroissance expérimentale et modèle, respectivement.

Les matrices de corrélation obtenues pour la représentation à 6 groupes sont présentées dans les [tableaux 10](#) et [11](#) .

Il ressort des [tableaux 8](#) et [9](#) que les abondances relatives, a_i , et leurs incertitudes, da_i , obtenues lors du traitement de la courbe de décroissance expérimentale et de la courbe de décroissance du modèle calculée avec les paramètres DN estimés sont en excellent accord. La différence des coefficients de corrélation ($\text{Cor}(a_i, a_j)$, $\text{Cor}(a_i, T_j)$, $\text{Cor}(T_i, T_j)$) dans les matrices de corrélation appropriées est négligeable. Ainsi, dans le modèle à 6 groupes ainsi que dans le cas du modèle à 8 groupes (voir la discussion ci-dessus), on peut voir l'identité des caractéristiques DN obtenues dans le traitement LSF des courbes de décroissance du modèle expérimental et correspondant. De plus, on peut voir les propriétés de corrélation identiques des paramètres DN dans les courbes de décroissance expérimentales et modèles. Ceci est une condition importante pour obtenir une matrice de corrélation fiable qui correspond aux valeurs des paramètres neutroniques DN proches des données DN d'origine. Afin de sauvegarder les incertitudes des paramètres DN cités dans les articles originaux, les données de covariance ont été obtenues en utilisant la matrice de corrélation dérivée dans l'estimation LSF des paramètres DN et les incertitudes $\sigma(a_i)$ et $\sigma(T_i)$ tirés des ensembles de données originaux du groupe (cités dans les articles publiés):

$$\text{Cov}(a_i, T_j) = \text{Cor}(a_i, T_j) \cdot \sigma(a_i) \cdot \sigma(T_j),$$

Les données à 8 groupes sur les paramètres temporels de DN et les matrices de corrélation appropriées ont été obtenues de la même manière que celles présentées pour les données à 6 groupes. Les matrices de covariance ont été produites en utilisant les incertitudes $\sigma(a_i)$ à partir des données recommandées par Spriggs [3].

Tableau 8 Les paramètres DN à 6 groupes (a_i, T_i) obtenus dans le traitement de la courbe de désintégration expérimentale mesurée à partir de la fission de ^{235}U par les neutrons thermiques.

Tableau 9 Les paramètres DN à 6 groupes (a_i, T_i) obtenus dans le traitement LSF de la courbe de décroissance du modèle calculé à l'aide des paramètres DN à 6 groupes estimés sur la base de la courbe de décroissance expérimentale.

Tableau 10 La matrice de corrélation à 6 groupes obtenue lors du traitement de la courbe de désintégration expérimentale mesurée à partir de la fission de ^{235}U par les neutrons thermiques.

Tableau 11 La matrice de corrélation à 6 groupes obtenue dans le traitement LSF de la courbe de désintégration du modèle calculée à l'aide des paramètres de DN à 6 groupes estimés à partir de la fission de ^{235}U par les neutrons thermiques.

4 La base de données de référence de l'IAEA pour l'émission de neutrons à retard bêta

Des informations numériques sur les données de corrélation et de covariance pour les paramètres temporels du DN dans le modèle à 6 et 8 groupes ainsi que les nouvelles valeurs recommandées des abondances relatives et des demi-vies sont présentées dans la base de données de référence de l'IAEA pour les neutrons bêta-retardés. Émission [26]). Ces données doivent être considérées comme une réévaluation partielle et une extension des ensembles de données recommandés présentés dans Spriggs et al. papier [3].

La base de données IAEA DN comprend les informations suivantes pour les nucléides qui ont été étudiés expérimentalement:

- Abondances relatives et demi-vie des neutrons retardés (ensembles de données DN à 6 groupes);
- Matrice de corrélation (ensembles de données DN à 6 groupes);
- Matrice de covariance (jeux de données DN à 6 groupes);
- Abondances relatives et demi-vie des neutrons retardés (ensembles de données DN à 8 groupes);
- Matrice de corrélation (ensembles de données DN à 8 groupes);
- Matrice de covariance (ensembles de données DN à 8 groupes).

À titre d'exemple , tous les ensembles de données DN pour la fission de ^{241}Pu par des neutrons rapides [23] sont présentés dans les [tableaux 12 - 17](#) .

Tableau 12 Abondances relatives et demi-vie des neutrons retardés (ensemble de données DN à 6 groupes) pour la fission induite par neutrons rapides de ^{241}Pu .

Tableau 13 Abondances relatives et demi-vie des neutrons retardés (ensemble de données DN à 8 groupes) pour la fission induite par neutrons rapides de ^{241}Pu .

Tableau 14 Matrice de corrélation pour l'ensemble de données DN à 6 groupes obtenu pour la fission induite par neutrons rapides de ^{241}Pu .

Tableau 16 Matrice de corrélation pour l'ensemble de données DN à 8 groupes pour la fission induite par neutrons rapides de ^{241}Pu .

Tableau 17 Matrice de covariance pour l'ensemble de données DN à 8 groupes pour la fission induite par neutrons rapides de ^{241}Pu .

5. Conclusions

Nous avons présenté les nouvelles données sur les matrices de corrélation et de covariance pour les paramètres temporels du DN (les abondances relatives et les demi-vies) qui ont été générées dans la présentation du modèle à 6 et 8 groupes pour tous les nucléides inclus dans les données recommandées de l'AIEA Base de données de référence pour l'émission de neutrons retardée par bêta [26]. Abondances relatives et demi-vie des neutrons retardés (ensembles de données DN à 6 groupes);

- Matrice de corrélation (ensembles de données DN à 6 groupes);
- Matrice de covariance (jeux de données DN à 6 groupes);
- Abondances relatives et demi-vie des neutrons retardés (ensembles de données DN à 8 groupes);
- Matrice de corrélation (ensembles de données DN à 8 groupes);
- Matrice de covariance (ensembles de données DN à 8 groupes).

Il existe deux types d'ensembles de données DN dans la base de données recommandée de l'AIEA. Le premier est lié aux ensembles de paramètres DN pour lesquels des courbes de décroissance expérimentales sont disponibles (les données IPPE). Le deuxième type de données comprend les ensembles de paramètres DN sans les courbes de décroissance expérimentales associées. Dans chaque cas, nous avons utilisé une approche différente pour la génération des données de corrélation et de covariance.

Les paramètres temporels DN et les matrices de corrélation et de covariance appropriées dans le modèle à 6 groupes pour les données IPPE ont été obtenus directement à partir des courbes de décroissance expérimentales en utilisant la procédure de moyennage qui prend en compte la forte corrélation croisée entre les paramètres DN dérivés de l'ajustement des moindres carrés. des courbes de décroissance.

Les paramètres DN à 8 groupes (les abondances relatives, les matrices de corrélation et de covariance) pour les ensembles de données IPPE ont été obtenus dans l'approche suivante. En premier lieu, les courbes de décroissance DN ont été calculées en utilisant les ensembles de données 6-groupes évalués ($\langle a_i \rangle$, $\langle T_i \rangle$)

obtenu à partir du traitement primaire des données expérimentales, y compris la procédure d'établissement de moyenne. Ensuite, ces courbes de décroissance ont été analysées à l'aide de la méthode itérative des moindres carrés pour obtenir les abondances relatives, la corrélation et les matrices de covariance dans la représentation du modèle à 8 groupes.

Les révisions des ensembles de paramètres DN, y compris la génération de la corrélation et des données de covariance effectuées sur la base des données expérimentales IPPE par rapport aux ensembles recommandés des paramètres DN temporaires présentés dans [3], sont présentées dans le [tableau 7](#) suivant.

La génération de la corrélation et des données de covariance pour les ensembles de DN sans courbe de décroissance expérimentale a été effectuée sur la base des courbes de décroissance du modèle obtenues en utilisant les valeurs des données originales sur les abandons relatifs et les demi-vies. Les valeurs des abondances relatives et des demi-vies ainsi que leurs incertitudes pour ces ensembles de données DN restent inchangées.

La justification d'une telle approche a été faite dans une étude spéciale. Il a été montré l'identité des matrices de corrélation, les paramètres DN et la structure des incertitudes des paramètres obtenus dans le traitement LSF de la courbe de décroissance expérimentale et de la courbe de décroissance du modèle correspondant à la fois pour les modèles à 6 et 8 groupes. Cela signifie que la dispersion statistique des courbes de décroissance n'a pas d'influence principale sur les propriétés de corrélation des paramètres DN.

D'accord

Remerciements

données nucléaires de l'AIEA pour l'initialisation des travaux actuels et des discussions utiles lors de leur préparation.

Déclaration de contribution de l'auteur

Développement de l'approche et de l'algorithme d'analyse des données de covariance pour les paramètres des neutrons retardés temporaires (V. Piksaikin - 70%, D. Gremyachkin - 30%). Développement des codes informatiques pour le traitement des courbes expérimentales et évaluées de désintégration des neutrons retardés (A. Egorov - 60%, V. Mitrofanov - 40%). Traitement des données expérimentales et évaluées sur les neutrons retardés dans le but d'obtenir des données de covariance et de corrélation (K. Mitrofanov - 50%, D. Gremyachkin - 50%). Préparation du manuscrit (V. Piksaikin - 60%, D. Gremyachkin - 40%).

Annexe A Description détaillée du processus de détermination des constantes

Tout d'abord, nous aimerions noter que nous fixons les abondances relatives du 1^{er} groupe à 1. Et ensuite nous faisons l'estimation des abondances relatives des groupes 2, 3, 4, 5, 6 en rapport avec la valeur du 1-er groupe (= 1) (voir description de l'algorithme).

Afin de clarifier la procédure d'estimation, nous proposerions de considérer le traitement des données expérimentales obtenues dans l'un des essais expérimentaux pour la fission induite par la chaleur de l'U-235. Il y a eu 12 cycles d'irradiation. Temps de transport de l'échantillon 0,1 s. Temps d'irradiation -180 s. Temps de comptage - 700 s. La courbe de décroissance est présentée à la [figure 1](#).

La procédure de traitement peut être exprimée dans les étapes suivantes:

- Un ensemble a priori de paramètres de neutrons retardés peut être pris à partir de n'importe quel ensemble disponible de la littérature (le programme fonctionne même avec tous les paramètres qui sont égaux à 1).
- L'ajustement des moindres carrés (LSF) de la courbe de décroissance est effectué dans la plage 10-700 s afin d'estimer a_1 , a_2 , da_2 , T_1 , dT_1 , T_2 , dT_2 . ($da_1 = 0$ signifie que a_1 n'est pas un paramètre libre = 1). Dans l'ajustement LSF, les paramètres A (activité) et B (arrière-plan) sont également estimés.
- L'ajustement LSF de la courbe de décroissance dans la plage 0,1-700 s est effectué afin d'estimer la valeur de a_{3-6} , da_{3-6} et T_{3-6} , dT_{3-6} avec des valeurs fixes de a_1 , a_2 , T_1 , T_2 obtenues dans la précédente étape.

En conséquence, nous avons obtenu l'ensemble suivant de paramètres DN (ser # 1).

En transférant ces données sous une forme couramment utilisée, on a un ensemble de données DN ($\sigma a_i = 1$).

4) En utilisant cet ensemble de paramètres DN comme ensemble a priori, nous avons fait un autre ajustement LSF de la courbe de décroissance dans la plage 0,1-700 s pour obtenir la matrice de corrélation # 1 (tous les paramètres sont libres mais $a_1 = 1$, $da_1 = 0$).

On voit que les coefficients de corrélation $\text{cor}(a_1, T_1)$, $\text{cor}(a_1, a_2), \dots = 0$. La valeur nulle de ces coefficients de corrélation n'est pas «fixée» à «0». C'est le résultat naturel de l'algorithme LSF lorsque nous fixons la valeur zéro à l'incertitude da_1 dans l'ensemble DN a priori (cela signifie également que a_1 est fixe).

A savoir, ce type de jeu de données n° 1 et de matrice n° 1 est utilisé comme ensemble final de données après estimation de l'incertitude da_1 .

L'estimation des incertitudes da_1 a été faite selon la procédure suivante:

5) Afin d'estimer l'incertitude de l'abondance relative du 1-er groupe, nous avons fait l'ajustement LSF de la courbe de décroissance dans la plage 0,1-700 s (comme à l'étape 4) avec tous les paramètres libres, y compris a_1 (da_1 n'est pas égal à 0). À la suite de cette étape, nous avons obtenu les paramètres DN suivants (ensemble n° 2) et la matrice de corrélation n° 2 appropriée.

Transférer ces données sous une forme couramment utilisée

En tenant compte du fait que les ensembles n° 1 et n° 2 des paramètres DN (y compris les incertitudes) sont très proches, on peut dire que l'estimation de da_1 est fiable.

De plus, la comparaison de la matrice de covariance # 1 (avec $da_1 = 0$, a_1 est fixé à 1) avec la matrice de covariance # 2 (avec a_1 comme paramètre libre) montre des valeurs très proches des coefficients de

paramètres».

A cela on ajoute la matrice de corrélation obtenue notamment par calcul des paramètres par rapport au premier groupe fixe, puisque dans ce cas l'algorithme donne la solution la plus correcte.

Tableau A1 Paramètres DN temporels obtenus dans le résultat des étapes 1 à 3 (les rendements de groupe sont obtenus par rapport au rendement du premier groupe).

Tableau A2 DN paramètres temporels en forme la plus commune (avec absolue dT et normalisée a_j valeurs).

Tableau A3 Matrice de corrélation obtenue dans le résultat des étapes 1 à 4 (a_1 est fixe).

Tableau A4 Paramètres de DN temporels obtenus dans le résultat des étapes 1 à 3 en utilisant l'ensemble n° 1 comme données a priori (les rendements de groupe sont obtenus par rapport au rendement du premier groupe).

Tableau A5 DN paramètres temporels en forme la plus commune (avec absolue dT et normalisée a_j valeurs).

Tableau A6 Matrice de corrélation obtenue en utilisant tous les paramètres libres.

Annexe B Motivation de la procédure utilisée dans notre approche

Afin d'obtenir les valeurs et incertitudes des paramètres de 8 groupes DN et des incertitudes comparables avec les données de 6 groupes, nous devons obtenir de très bonnes statistiques (c'est à cause de 8 paramètres de groupe dans le modèle à 8 groupes par rapport aux 12 paramètres de groupe du modèle à 6 groupes). Il est assez coûteux de faire des expériences sur l'accélérateur électrostatique. En plus d'obtenir des données fiables, nous devons effectuer de nombreux cycles de mesures avec un courant ionique stable et une cible neutronique stable (elle peut être détériorée par le flux ionique).

D'après notre expérience, certaines «données brutes» existantes ont donné une estimation biaisée dans $\langle T \rangle$ par rapport au modèle à 6 groupes. En outre, il est nécessaire de développer une procédure de calcul de la moyenne pour les données à 8 groupes que nous avons pour les données à 6 groupes. C'est pourquoi nous avons décidé de suivre l'approche utilisée dans l'article de Spriggs et al [3]: calculer la «courbe de décroissance du modèle» sur la base de données à 6 groupes. (Dans le présent travail, nous avons utilisé les données obtenues après les procédures de calcul de la moyenne. Il n'était donc pas nécessaire d'avoir une procédure de calcul de la moyenne à 8 groupes) et de les traiter par le LSF. De nombreux tests ont été effectués. Il s'avère que dans cette approche, nous avons une meilleure estimation de $\langle T \rangle$ par rapport au traitement des «données brutes» avec des incertitudes comparables d $\langle T \rangle$.

Annexe C Variation des conditions d'entrée (activité, contexte)

En utilisant les données du [tableau A1](#), nous avons fait pour les exemples de jeux de données avec $A = 1000$, $B = 100$ et $A = 5000$, $B = 100$ pour montrer l'influence de conditions de fond moins favorables.

Il a la matrice de corrélation suivante:

En utilisant le «jeu de données d'entrée», la courbe de décroissance a été obtenue. Il a été utilisé pour obtenir un ensemble de données et une matrice de corrélation (comme exemple d'obtention de matrices de corrélation à partir d'un autre travail).

Et une matrice de corrélation appropriée, qui est presque identique à celle «d'entrée».

En utilisant également les données que nous avons, nous avons créé l'exemple de jeu de données avec ($A = 5000$, $B = 100$).

Il a la matrice de corrélation suivante.

Tableau C1 «Input dataset» pour tester la qualité de génération des matrices de corrélation ($A = 1000$, $B = 100$).

Tableau C2 Matrice de corrélation appropriée à l'ensemble de données d'entrée (a_i, T_i) ($A = 1000$, $B = 100$).

Tableau C3 Les paramètres DN à 6 groupes (a_i, T_i) obtenus dans le traitement LSF de la courbe de décroissance du modèle calculée à l'aide du «jeu de données d'entrée» DN à 6 groupes ($A = 1000$; $B = 100$).

Tableau C4 La matrice de corrélation à 6 groupes obtenue lors du traitement de la courbe de décroissance du modèle calculée à l'aide du «jeu de données d'entrée» DN à 6 groupes ($A = 1000$; $B = 100$).

Tableau C5 «Input dataset» pour tester la qualité de génération des matrices de corrélation ($A = 5000$, $B = 100$).

Tableau C6 Matrice de corrélation appropriée à l'ensemble de données d'entrée (a_i, T_i) ($A = 5000$, $B = 100$).

Tableau C7 Les paramètres DN à 6 groupes (a_i, T_i) obtenus dans le traitement LSF de la courbe de décroissance du modèle calculée à l'aide du «jeu de données d'entrée» DN à 6 groupes ($A = 5000$; $B = 100$).

Tableau C8 La matrice de corrélation à 6 groupes obtenue lors du traitement de la courbe de décroissance du modèle calculée à l'aide du «jeu de données d'entrée» DN à 6 groupes ($A = 5000$; $B = 100$).

Les références

1. R.J Tuttle, Examen des rendements de neutrons retardés dans la fission nucléaire dans les rendements dans la fission nucléaire. dans: *Proc. Consultants 'Mtg. sur les propriétés des neutrons retardés. Rapport INDC (NDS) -107. IAEA. Vienne. Autriche*, août 1979, p. 29 [\[Google Scholar\]](#)
2. D'Angelo, Vue d'ensemble des activités de données de neutrons retardés et des résultats surveillés par le sous-groupe 6 de l'AEN / WPEC, *Prog. Nucl. Energy* **41**, 5. GD 3 (2002) [\[CrossRef\]](#) [\[Google Scholar\]](#)
3. GD Spriggs, JM Campbell, VM Piksaikin, Un modèle à neutrons retardés à 8 groupes basé sur un ensemble cohérent de demi-vies, *Prog. Nucl. Energy* **41**, 223 (2002) [\[CrossRef\]](#) [\[Google Scholar\]](#)
4. I. Dillmann, P. Dimitriou, B. Singh, Développement d'une base de données de référence pour la neutronémission bêta-retardée, rapport de l'AIEA INDC (NDS) -0643, 2014 [\[Google Scholar\]](#)
5. P. Dimitriou, I. Dillmann, B. Singh, V. Piksaikin, KP Rykaczewski, J. Tain, A. Algora, IN Borzov, D. Cano-Ott, S. Chiba, A. Egorov, D. Foligno, D. Gremyachkin, T. Marketin, F. Minato, KV Mitrofanov, membres du CRP par ordre alphabétique, et al., Développement d'une base de données de référence pour l'émission de neutrons bêta-retardés. FICHES DE DONNÉES NUCLÉAIRES, à publier [\[Google Scholar\]](#)
6. VM Piksaikin, LE Kazakov, SG Isaev, MZ Tarasko, VA Roshchenko, RG Tertytchnyi, GD Spriggsand JM Campbell, Dépendance énergétique des abondances relatives et des périodes de neutrons retardés de la fission induite par les neutrons de U-235, U-238, Pu-239 en représentation de modèle à 6 et 8 groupes, *Progr. Nucl. Energy* **41**, 203 (2002) [\[CrossRef\]](#) [\[Google Scholar\]](#)
7. G. Keepin, T. Wimett, R. Zeigler, Neutrons retardés des isotopes fissiles de l'uranium, du plutonium et du thorium, *Phys. Rev.* **107**, 1044 (1957) [\[CrossRef\]](#) [\[Google Scholar\]](#)
8. RW Waldo. RA Karam, RA Meyer, Rendements de neutrons retardés: mesures dépendant du temps et modèle prédictif, *Phys. Rev. C* **23**, 1113 (1981) [\[CrossRef\]](#) [\[Google Scholar\]](#)

d'énergie de 3,2 à 17,9 MeV, Phys. A. Nucl. **73**, 913 (2010) [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]

10. VM Piksaikin, LE Kazakov, et al., Rendement relatif et période de groupes individuels de neutrons retardés dans ^{233}U , ^{235}U et ^{239}Pu fission par neutrons épithermiques, At. Energy **92**, 147 (2002) [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
11. VM Piksaikin, AS Egorov, KV Mitrofanov, Le total absolu des rendements de neutrons retardés, les abondances relatives et la demi-vie des groupes de neutrons retardés de la fission induite par les neutrons de ^{232}Th , ^{233}U , ^{236}U , ^{239}Pu et ^{241}Am , Rapport INDC (NDS) - 0646, AIEA, Vienne, Autriche, 2013 [[Google Scholar](#)]
12. VM Piksaikin, Ju.F. Balakshev, SG Isaev, LE Kazakov, GG Korolev, BD Kuzminov, NN Sergachev, MZ Tarasko, Mesures des périodes, des abondances relatives et des rendements totaux absolus de neutrons retardés de la fission induite par neutrons rapides de ^{235}U et ^{237}Np , dans Conf. Nucl. Données pour la science et la technologie, Trieste, Italie (1997), vol. 59, p. 485 [[Google Scholar](#)]
13. SG Isaev, VM Piksaikin, LE Kazakov, MZ Tarasko, Dépendance énergétique de la demi-vie moyenne des précurseurs de neutrons retardés dans la fission induite par neutrons rapides de ^{235}U et ^{236}U , dans Proc. XIVe Int. Atelier sur la physique de la fission nucléaire, Obninsk, Russie, 12-15 octobre 1998, p. 257 [[Google Scholar](#)]
14. VM Piksaikin, VA Roshchenko, GG Korolev, Rendement relatif des neutrons retardés et demi-vie de leurs noyaux précurseurs à partir d'une fission de ^{238}U par des neutrons de 14,2 à 17,9 MeV, At. Energy **102**, 124 (2007) [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
15. DE Gremyachkin, VM Piksaikin, KV Mitrofanov, AS Egorov, Mesures des caractéristiques temporelles des neutrons retardés de la fission induite par neutrons de ^{237}Np dans la gamme d'énergie de 14,2 à 18 MeV, EPJ Web Conf. **146**, 04059 (2017) [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
16. VA Roshchenko, VM Piksaikin, LE Kazakov, GG Korolev, Rendement relatif des neutrons retardés et demi-vie de leurs noyaux précurseurs avec fission de ^{239}Pu par 14,2 - 17,9 MeV neutrons, At. Energy **101**, 897 (2006) [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
17. DE Gremyachkin, VM Piksaikin, AS Egorov, KV Mitrofanov, Mesure des caractéristiques temporelles des neutrons retardés de la fission induite par les neutrons de ^{241}Am dans la gamme d'énergie de 14,2 à 18 MeV, à paraître dans Actes du séminaire ISINN-25, Dubna, Fédération de Russie 2017 [[Google Scholar](#)]
18. JN Anoussis, DC Perricos, NG Chrysochoides, CA Mitsonias, Abondances relatives pour six groupes de neutrons retardés de la fission de ^{231}Pa induite par les neutrons du réacteur, Radiochim. Acta **20**, 118 (1973) [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
19. MG Brown, SJ Lyle, EBM Martin, Rendements de neutrons retardés à partir de la fission induite par les neutrons de 14,8 MeV de ^{238}U , ^{232}Th et ^{231}Pa , Radiochim. Acta **15**, 109 (1971) [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
20. LV Est, RH Augustson, HO Menlove, Abondances et demi-vies de neutrons retardées de 14,7 MeV recherche et développement de garanties nucléaires par fission LA-4605-MS (1971) [[Google Scholar](#)]
21. G. Benedetti, A. Cesana, V. Sangiust, M. Terrani, Delayed neutron yields from fission of uranium-233, neptunium-237, plutonium-238, -240, -241, and americium-241, Nucl. Sci. Eng. **80**, 379 (1982) [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
22. SA Cox, Études à neutrons retardés de la fission induite par les neutrons thermiques de ^{241}Pu , Phys. Rev. **123** (1961) [[Google Scholar](#)]
23. AN Gudkov et al., Mesure des rendements de neutrons retardés dans la fission de ^{233}U , ^{236}U , ^{237}Np , ^{240}Pu et ^{241}Pu par des neutrons issus du spectre d'un réacteur rapide. À. Énergie. **66**, 100 (1989) [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
24. WS Charlton, TA Parish, S. Raman, N. Shinohara, M. Andoh, Mesures des émissions de neutrons différées de la fission rapide de l' ^{235}U et du ^{237}Np , CONF-960924-6 (1997) [[Google Scholar](#)]
25. ET Chulick, PL Reeder, Redétermination de neutrons retardés de ^{252}Cf , Radiochimica Acta **12** (1969) [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
26. Base de données de référence de l'AIEA sur les émissions de neutrons retardées par bêta <https://www-nds.iaea.org/beta-delayed-neutron/database.html> [[Google Scholar](#)]

covariance pour les paramètres DN temporels recommandés dans les modèles à 6 et 8 groupes , EPJ Nuclear Sci. Technol. 6 et 54 (2020)

Tous les tableaux

Tableau 1 L'ensemble de données recommandé des paramètres DN à 8 groupes pour la fission de ^{240}Pu par les neutrons rapides a été élargi à partir du modèle à 6 groupes (méthode d'expansion LANL [3]).

[↑ Dans le texte](#)

Tableau 2 Les paramètres DN à 8 groupes issus du traitement de la courbe de désintégration DN générés à partir des paramètres DN à 6 groupes issus de la fission de ^{240}Pu par des neutrons rapides (méthode d'expansion IPPE [6]).

[↑ Dans le texte](#)

Tableau 3 Les paramètres DN à 8 groupes (a_i) obtenus lors du traitement de la courbe de désintégration expérimentale mesurée à partir de la fission de ^{235}U par les neutrons thermiques.

[↑ Dans le texte](#)

Tableau 4 Les paramètres DN à 8 groupes (a_i) obtenus dans le traitement LSF de la courbe de décroissance calculée à l'aide des paramètres DN à 6 groupes estimés.

[↑ Dans le texte](#)

Tableau 5 La matrice de corrélation à 8 groupes obtenue lors du traitement de la courbe de désintégration expérimentale mesurée à partir de la fission de ^{235}U par les neutrons thermiques.

[↑ Dans le texte](#)

Tableau 6 La matrice de corrélation à 8 groupes obtenue dans le traitement LSF de la courbe de décroissance calculée à l'aide des paramètres DN estimés à 6 groupes (une courbe de décroissance modèle).

[↑ Dans le texte](#)

Tableau 7 Les révisions des ensembles de paramètres DN effectuées dans le cadre du projet AIEA / CRP effectuées sur la base des données expérimentales IPPE.

[↑ Dans le texte](#)

Tableau 8 Les paramètres DN à 6 groupes (a_i, T_i) obtenus dans le traitement de la courbe de désintégration expérimentale mesurée à partir de la fission de ^{235}U par les neutrons thermiques.

[↑ Dans le texte](#)

Tableau 9 Les paramètres DN à 6 groupes (a_i, T_i) obtenus dans le traitement LSF de la courbe de décroissance du modèle calculé à l'aide des paramètres DN à 6 groupes estimés sur la base de la courbe de décroissance expérimentale.

[↑ Dans le texte](#)

désintégration expérimentale mesurée à partir de la fission de ^{235}U par les neutrons thermiques.

[↑ Dans le texte](#)

Tableau 11 La matrice de corrélation à 6 groupes obtenue dans le traitement LSF de la courbe de désintégration du modèle calculée à l'aide des paramètres de DN à 6 groupes estimés à partir de la fission de ^{235}U par les neutrons thermiques.

[↑ Dans le texte](#)

Tableau 12 Abondances relatives et demi-vie des neutrons retardés (ensemble de données DN à 6 groupes) pour la fission induite par neutrons rapides de ^{241}Pu .

[↑ Dans le texte](#)

Tableau 13 Abondances relatives et demi-vie des neutrons retardés (ensemble de données DN à 8 groupes) pour la fission induite par neutrons rapides de ^{241}Pu .

[↑ Dans le texte](#)

Tableau 14 Matrice de corrélation pour l'ensemble de données DN à 6 groupes obtenu pour la fission induite par neutrons rapides de ^{241}Pu .

[↑ Dans le texte](#)

Tableau 15 Matrice de covariance pour l'ensemble de données DN à 6 groupes pour la fission induite par neutrons rapides de ^{241}Pu .

[↑ Dans le texte](#)

Tableau 16 Matrice de corrélation pour l'ensemble de données DN à 8 groupes pour la fission induite par neutrons rapides de ^{241}Pu .

[↑ Dans le texte](#)

Tableau 17 Matrice de covariance pour l'ensemble de données DN à 8 groupes pour la fission induite par neutrons rapides de ^{241}Pu .

[↑ Dans le texte](#)

Tableau A1 Paramètres DN temporels obtenus dans le résultat des étapes 1 à 3 (les rendements de groupe sont obtenus par rapport au rendement du premier groupe).

[↑ Dans le texte](#)

Tableau A2 DN paramètres temporels en forme la plus commune (avec absolue dT et normalisée a_j valeurs).

[↑ Dans le texte](#)

Tableau A3 Matrice de corrélation obtenue dans le résultat des étapes 1 à 4 (a_1 est fixe).

[↑ Dans le texte](#)

l'ensemble $\{1, \dots, T\}$ comme données a priori (les rendements de groupe sont obtenus par rapport au rendement du premier groupe).

[↑ Dans le texte](#)

Tableau A5 DN paramètres temporels en forme la plus commune (avec absolue dT et normalisée a_i valeurs).

[↑ Dans le texte](#)

Tableau A6 Matrice de corrélation obtenue en utilisant tous les paramètres libres.

[↑ Dans le texte](#)

Tableau C1 «Input dataset» pour tester la qualité de génération des matrices de corrélation ($A = 1000$, $B = 100$).

[↑ Dans le texte](#)

Tableau C2 Matrice de corrélation appropriée à l'ensemble de données d'entrée (a_i, T_i) ($A = 1000$, $B = 100$).

[↑ Dans le texte](#)

Tableau C3 Les paramètres DN à 6 groupes (a_i, T_i) obtenus dans le traitement LSF de la courbe de décroissance du modèle calculée à l'aide du «jeu de données d'entrée» DN à 6 groupes ($A = 1000$; $B = 100$).

[↑ Dans le texte](#)

Tableau C4 La matrice de corrélation à 6 groupes obtenue lors du traitement de la courbe de décroissance du modèle calculée à l'aide du «jeu de données d'entrée» DN à 6 groupes ($A = 1000$; $B = 100$).

[↑ Dans le texte](#)

Tableau C5 «Input dataset» pour tester la qualité de génération des matrices de corrélation ($A = 5000$, $B = 100$).

[↑ Dans le texte](#)

Tableau C6 Matrice de corrélation appropriée à l'ensemble de données d'entrée (a_i, T_i) ($A = 5000$, $B = 100$).

[↑ Dans le texte](#)

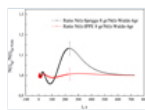
Tableau C7 Les paramètres DN à 6 groupes (a_i, T_i) obtenus dans le traitement LSF de la courbe de décroissance du modèle calculée à l'aide du «jeu de données d'entrée» DN à 6 groupes ($A = 5000$; $B = 100$).

[↑ Dans le texte](#)

Tableau C8 La matrice de corrélation à 6 groupes obtenue lors du traitement de la courbe de décroissance du modèle calculée à l'aide du «jeu de données d'entrée» DN à 6 groupes ($A = 5000$; $B = 100$).

Tous les chiffres

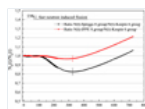
Fig. 1



Le rapport des courbes de décroissance calculées sur la base de l'ensemble de données DN à 8 groupes avec les méthodes d'expansion LANL et IPPE à la courbe de décroissance DN obtenue avec les données originales à 6 groupes pour ^{242}Pu par Waldo [8].

[↑ Dans le texte](#)

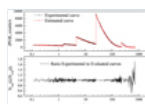
Fig. 2



Le rapport des courbes de décroissance calculées sur la base du jeu de données DN à 8 groupes avec les méthodes d'expansion LANL et IPPE à la courbe de décroissance DN obtenue avec les données originales à 6 groupes pour ^{238}U par Keepin [7].

[↑ Dans le texte](#)

Fig. 3



Dépendance temporelle de l'intensité neutronique retardée. Carrés - courbe expérimentale, cercles - courbe estimée dans le processus d'ajustement des moindres carrés. Le graphique inférieur montre le rapport entre la courbe expérimentale et la courbe évaluée.

[↑ Dans le texte](#)

Nous recommandons

Commentaires sur l'état des données de covariance modernes basées sur différentes études de fission et de réacteur à fusion

Ivan Kodeli, EPJ Nuclear Sci. Technol., 2018

Représentation de covariance des paramètres de résonance: fichier32 par rapport à fichier33

Luiz Leal, EPJ Nuclear Sci. Technol., 2018

Évaluer les données nucléaires et leurs incertitudes

Patrick Talou, EPJ Nuclear Sci. Technol., 2018

Analogie de la deuxième loi de Newton pour l'onde progressive de la combustion nucléaire

Vitalii Urbanevych et al., EPJ Nuclear Sci. Technol., 2020

Progrès récents dans les mesures de désintégration bêta

Magali Estienne et al., EPJ Nuclear Sci. Technol., 2018

Localisation spatiale pour les modèles stochastiques dynamiques non linéaires pour les supports excitables

Nan Chen et al., Annales chinoises de mathématiques, série B, 2019

Détection du cancer de la prostate: modèles d'imagerie RM multiparamétrique quantitative développés à l'aide de l'histopathologie corrélative enregistrée

Gregory J.Metzger et al., Radiologie, 2016

Intensité de signal élevée dans le Globus Pallidus et le noyau denté sur des images RM non améliorées pondérées en T1: évaluation de deux agents de contraste linéaires à base de gadolinium

Joana Ramalho et al., Radiologie, 2015

Généralisations des matrices de Fisher

Heavens, Alan et al., Entropy, 2016

Neratinib sNDA de Puma approuvé par la FDA pour le cancer du sein métastatique HER2 positif

Actualités oncologie de précision, 2020

D'accord

Alimenté par **TREND MD**

Je consens à l'utilisation de Google Analytics et des cookies associés sur le réseau TrendMD (widget, site Web, blog). [Apprendre encore plus](#)

Oui

Non

En utilisant ce site, vous acceptez qu'EDP Sciences puisse stocker des cookies de mesure d'audience Internet et, sur certaines pages, des cookies issus des réseaux sociaux. [Plus d'informations et configuration](#)

[Mentions légales](#)

[Contacts](#)

[Politique de confidentialité](#)