



HAL
open science

Estimation de l'incertitude globale associée à une référence en terme de dose dans l'eau pour la curiethérapie bas débit de dose.

Jean Gouriou, G. Millan, Dominique Cutarella, Johann Plagnard, Isabelle Aubineau-Lanière

► To cite this version:

Jean Gouriou, G. Millan, Dominique Cutarella, Johann Plagnard, Isabelle Aubineau-Lanière. Estimation de l'incertitude globale associée à une référence en terme de dose dans l'eau pour la curiethérapie bas débit de dose.. 5ième journées scientifiques francophones "Codes de calcul en Radioprotection, Radiophysique et Dosimétrie", Société Française de Radioprotection (SFRP), Mar 2014, Paris, France. cea-04057033

HAL Id: cea-04057033

<https://hal-cea.archives-ouvertes.fr/cea-04057033>

Submitted on 3 Apr 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

ESTIMATION DE L'INCERTITUDE GLOBALE ASSOCIÉE À UNE RÉFÉRENCE EN TERME DE DOSE DANS L'EAU POUR LA CURIETHÉRAPIE BAS DÉBIT DE DOSE.

J. Gouriou¹, G. Millan², D. Cutarella¹, J. Plagnard¹ et I. Aubineau-Lanièce¹

¹CEA, LIST, Laboratoire National Henri Becquerel (LNE-LNHB), F-91191 Gif sur Yvette, France

²Université Pierre et Marie Curie (Paris 6), F75005 Paris, France

jean.gouriou@cea.fr

CONTEXTE

Depuis 2006, le LNE-LNHB a entrepris de mettre au point une référence primaire dédiée à la curiethérapie à l'iode 125 pour le traitement des cancers prostatiques et ophtalmiques. Le détecteur à la base de cette référence est d'une conception innovante puisqu'il s'agit d'une chambre d'ionisation à parois d'air de forme toroïdale.

Dans le cadre de l'établissement de cette référence primaire, des calculs Monte Carlo ont été réalisés à l'aide de trois codes afin de déterminer la valeur d'un facteur spécifique à la méthodologie [1] et de son incertitude. La comparaison entre codes contribue à l'évaluation de l'incertitude de type B due au calcul et s'avère particulièrement indispensable pour mettre en évidence un biais éventuel.

Les codes egsp [2], MCNP [3] et PENELOPE [4, 5] ont ainsi été utilisés pour simuler le transport des rayonnements dans la matière. Les valeurs du facteur de conversion et de son incertitude ont été respectivement déterminées à partir de la moyenne des valeurs obtenues par chacun des trois codes et de l'écart-type expérimental résultant.

MODÈLE NUMÉRIQUE

La source d'iode 125 étudiée est de type Bebig I125 S16. Les caractéristiques de la source sont issues du modèle proposé par Hedtjörn et al [6].

Ce modèle ne précise pas la concentration en argent au sein de la source dont la présence résulte directement du procédé de fabrication des grains. Néanmoins, à l'aide de mesures spectrométriques et de différents modèles successifs, incluant le dopage en argent de la partie active de la source, il a été possible de déterminer les valeurs et les intensités relatives des raies induites par la présence d'argent dans la source et d'estimer des proportions relatives entre les groupes de raies photoniques d'argent et du tellure.

Le transport de rayonnements induits par la présence d'argent au sein du grain source a été réalisé au même titre que celui des rayonnements gamma émis par la désintégration de l'iode 125 en tellure 125 (raie à 35,4919 keV) et des rayonnements X émise lors de la désexcitation du tellure 125 (raie à 4,14 keV incluse).

La source d'iode est localisée expérimentalement au centre du dispositif de mesure (chambre d'ionisation à parois d'air de forme toroïdale) grâce à un système de positionnement comprenant deux roues horizontales en PMMA. La chambre toroïdale est placée sur une table circulaire en acier (figure 1).

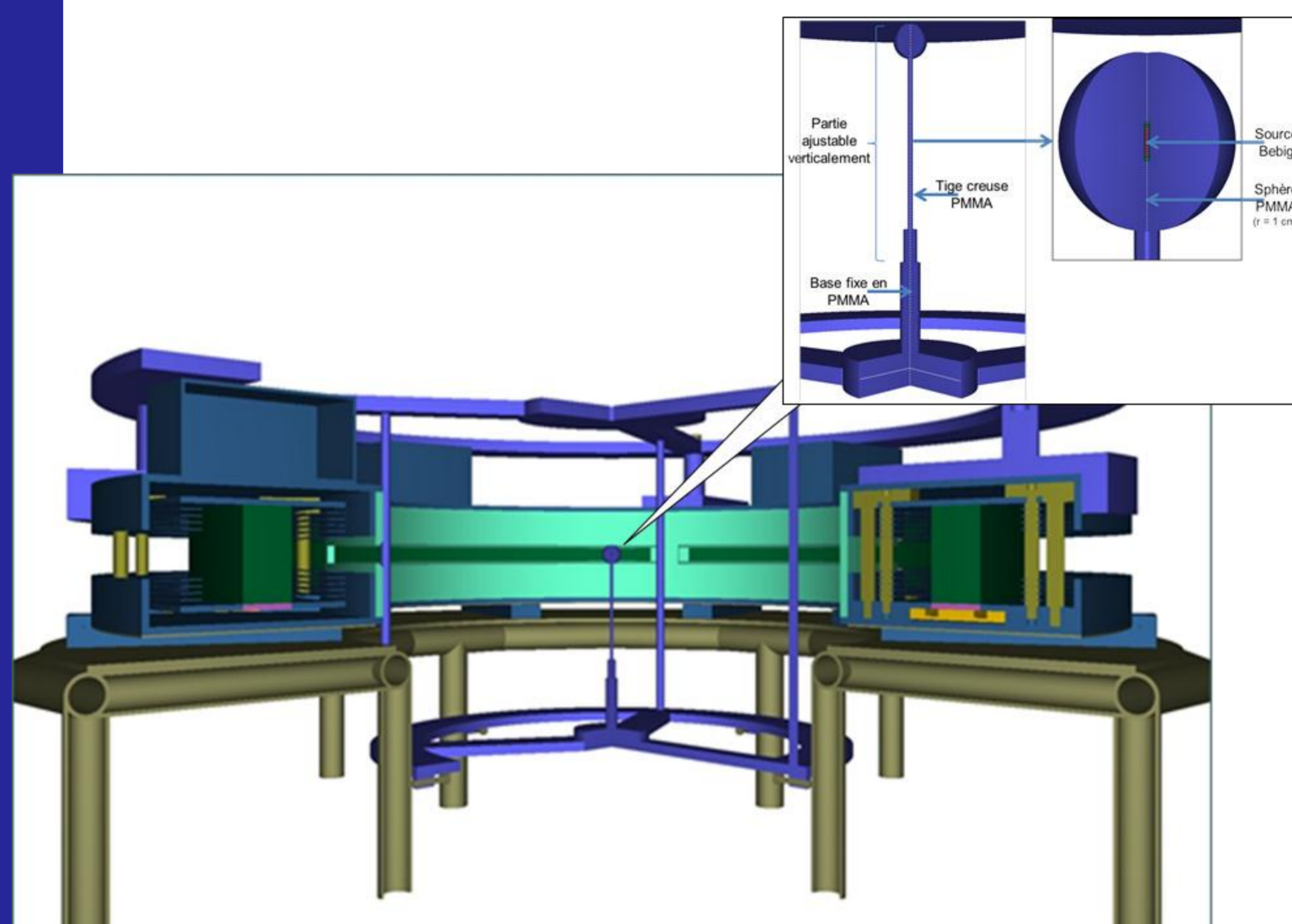


Figure 1: Modèle numérique du dispositif expérimental

La chambre toroïdale comprend deux volumes de détection (figure 2) délimités radialement par les rayons interne et externe de l'électrode circulaire de collection des charges :

- Le volume de collection des charges est le volume d'air de forme torique à section parallélogramme compris entre l'électrode supérieure portée à la haute tension et l'électrode de collection.
- Le volume d'interaction correspond à la partie centrale du volume de collection vue par la source. Il correspond à l'intersection entre le volume de collection et l'angle solide d'émission de la source collimaté verticalement à l'entrée de la chambre d'ionisation.

FACTEUR DE CONVERSION

Le facteur dit de conversion permet le passage des conditions de mesure à celles de référence telles que décrites par l'AAPM [7]. Il est défini comme le rapport :

- de la dose absorbée dans les conditions de référence, c'est-à-dire dans un volume d'eau infinitésimal situé à 1 cm de la source dans son plan transverse
- et de l'énergie absorbée dans l'air du volume de collection de la chambre toroïdale dans la configuration de mesure divisée par la masse d'air du volume d'interaction.

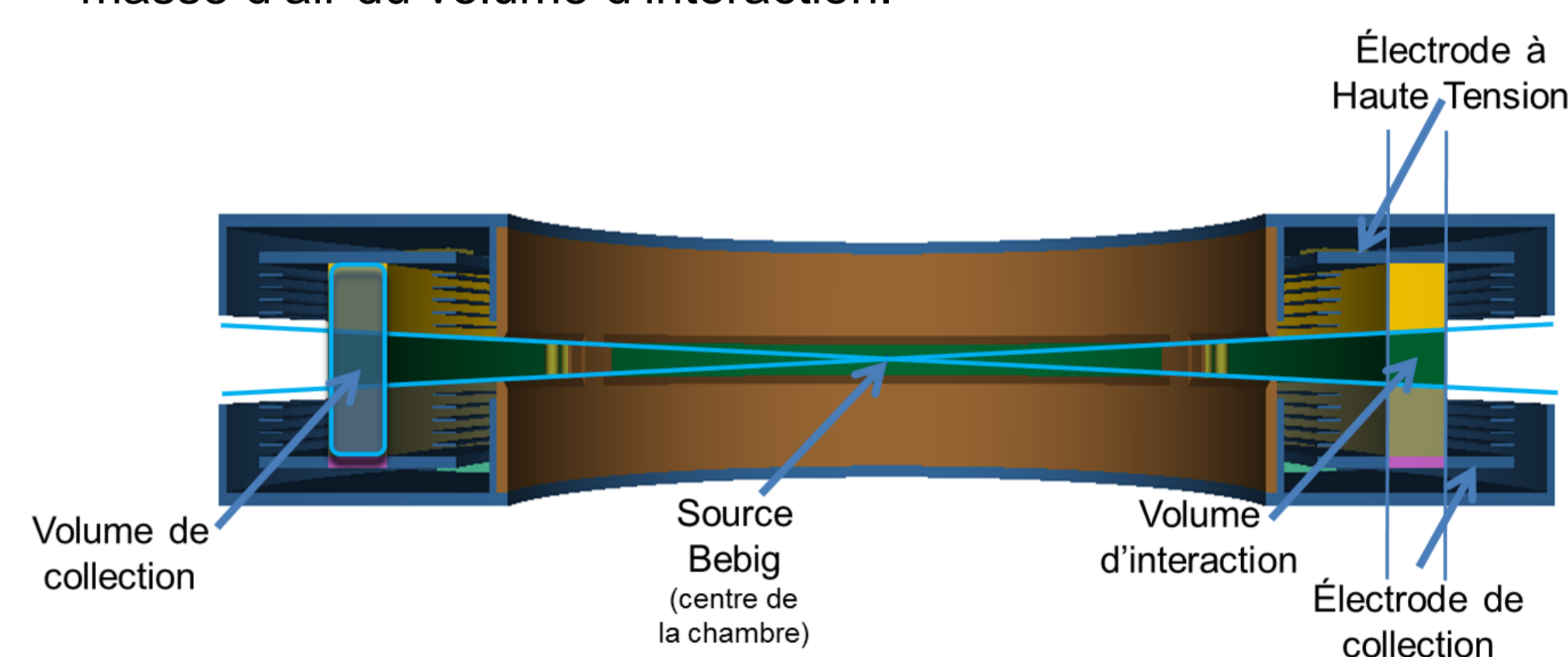


Figure 2: Description des volumes de collection et d'interaction de la chambre toroïdale

RÉSULTATS

Les valeurs du facteur de conversion sont déterminées en supposant que les proportions relatives entre les groupes de raies du tellure et d'argent sont respectivement égales à $(95 \pm 5) \%$ et $(5 \pm 5) \%$ avec un facteur d'élargissement, k , égal à trois.

Facteur de conversion en fonction du code utilisé

| egsp | MCNP | PENELOPE |
|--------------|--------------|--------------|
| 1993,4 ± 5,4 | 2003,8 ± 5,8 | 2013,8 ± 6,2 |

Le facteur d'élargissement, k , associé aux valeurs est pris égal à l'unité.

BILAN

La moyenne et l'écart-type expérimental calculés à partir des valeurs obtenues par trois codes de Monte Carlo permettent de déterminer le facteur de conversion global : 2004 ± 10 .

L'incertitude globale associée au facteur de conversion global spécifique à la dose absorbée dans l'eau est de 0,5 % à $k = 1$. Cette incertitude inclut l'incertitude de type B calculées grâce à l'utilisation des trois codes. Les données issues du code egsp sont celles qui s'écartent le plus de celles relevées par le code PENELOPE.

Avec l'approche mise en œuvre pour le calcul de l'incertitude, l'incertitude de type B représente entre 40 et 45 % de l'incertitude globale associée au facteur de conversion.

RÉFÉRENCES

1. I. Aubineau-Lanièce et al, LNE-LNHB air-kerma and absorbed dose to water primary standards for low dose-rate ¹²⁵I brachytherapy sources, Metrologia 49 (5), pages S189 - S192.
2. I. Kawrakow, E. Mainegra-Hing, D.W.O. Rogers, F. Tessier et B.R.B. Walters, The EGSnrc code system: Monte Carlo simulation of electron and photon transport, rapport NRCC PIRS-701.
3. X-5 Monte Carlo Team, MCNP - A General Monte Carlo N-Particle Transport Code, Version 5, Rapport LA-CP-03-0284.
4. F. Salvat, J.M. Fernandez-Varea et J. Sempau, PENELOPE-2006 - A code system for Monte Carlo simulation of Electron and Photon transport, ISBN 92-64-02301-1, Workshop proceedings, Barcelone, Espagne, 4 - 7 juillet 2006.
5. F. Tola, B. Poumarède, B. Habib, M. Gmar, Optimization of Monte Carlo Codes PENELOPE 2006 and PENFAST by parallelization and reduction variance implementation, Second European Workshop on Monte Carlo Treatment planning, Cardiff, Workshop MCTP 2009.
6. H. Hedtjörn et G.A. Carlsson, Monte Carlo-aided dosimetry of the symmetra model I25.S06 ¹²⁵I, interstitial brachytherapy seed, Med. Phys. 27 (5), pages 1076 - 1085.
7. M.J. Rivard et al, Update of AAPM Task Group No. 43 Report: A revised AAPM protocol for brachytherapy dose calculations, Med. Phys. 31 (3), pages 633 - 674.