



**HAL**  
open science

## Comparaison des codes de calcul de dose Monte-Carlo PENELOPE et PENFAST avec les mesures

Bouchra Habib, François Tola, jean-marc bordy, Bénédicte Poumarède

### ► To cite this version:

Bouchra Habib, François Tola, jean-marc bordy, Bénédicte Poumarède. Comparaison des codes de calcul de dose Monte-Carlo PENELOPE et PENFAST avec les mesures. 47èmes Journées Scientifiques de la Société Française de Physique Médicale (JS-SFPM 2008), Société Française de Physique Médicale, Jun 2008, Marseille, France. cea-02562688

**HAL Id: cea-02562688**

**<https://cea.hal.science/cea-02562688>**

Submitted on 5 May 2020

**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.

# COMPARAISON DES CODES DE CALCUL DE DOSE MONTE-CARLO PENELOPE ET PENFAST AVEC LES MESURES

**Bouchra HABIB, François TOLA, Jean-Marc BORDY, Bénédicte POUMARÈDE**  
CEA-LIST, CEA/Saclay, 91191 Gif-sur-Yvette Cedex, France

**Introduction :** Les systèmes de planification de traitement (TPS) utilisant des méthodes numériques classiques sont rapides, mais peu précis, notamment lorsque la tumeur est située dans des zones proches d'hétérogénéités comme les poumons ou les os. Depuis plusieurs années, le recours aux méthodes Monte-Carlo (MC) dans les TPS se heurte à une impossibilité liée aux temps de calcul nécessaires pour obtenir la précision requise sur la dose calculée dans des configurations complexes inhérentes aux nouvelles techniques de radiothérapie.

Pour répondre à cet enjeu, une avancée considérable relative à la rapidité du calcul MC a été apportée par Salvat *et al* dans le cadre du projet européen MAESTRO avec le nouvel algorithme PENFAST et avec sa parallélisation dans le cadre du projet ANR TELEDOS. L'objectif de la présente étude est de valider le code de calcul de dose PENFAST par rapport à PENELOPE d'une part, et par rapport aux mesures d'autre part, en milieux homogène et hétérogènes.

**Matériels et méthodes :** La précision sur la dose calculée par MC dépend de la bonne description des paramètres du faisceau initial, notamment celle du spectre en énergie du faisceau d'électrons. Une nouvelle méthode a été développée afin de déterminer le spectre en énergie du faisceau d'électrons primaires. Elle consiste à utiliser la méthode des moindres carrés (MMC) [1] associée aux simulations MC avec PENELOPE [2] pour reconstruire ce spectre. Un fichier d'espace des phases (PSF) est ensuite calculé avec PENELOPE à partir de ces paramètres optimisés.

Ce PSF est utilisé comme donnée d'entrée pour PENFAST afin de calculer la distribution de dose 3D dans les fantômes hétérogènes (poumon et os). PENFAST est un algorithme de transport des particules ( $\gamma$ ,  $e^-$  et  $e^+$ ) basé sur PENELOPE et optimisé pour la gamme d'énergie et les matériaux rencontrés en radiothérapie [3,4].

Les rendements en profondeur et les profils de dose calculés avec PENFAST sont comparés aux simulations PENELOPE et aux mesures effectuées au Laboratoire National Henri Becquerel. Le faisceau d'électrons 18 MeV et celui de photons 12 MV issus de l'accélérateur Saturne 43 sont étudiés. Pour cette étude, l'incertitude associée aux mesures est inférieure à 0.6% ( $1\sigma$ ) et l'incertitude statistique des calculs MC est inférieure ou égale à 1% ( $1\sigma$ ) pour les régions de fortes doses (supérieures à 50% du maximum).

**Résultats :** Le test du gamma index [5] montre que les distributions de doses simulées avec PENELOPE à partir d'un spectre en énergie reconstruit par MMC sont en très bon accord avec les mesures dans l'eau.

Les écarts entre les distributions de dose calculées avec PENFAST et les mesures expérimentales sont inférieurs à 1% dans le fantôme homogène et inférieurs à 2% dans les fantômes hétérogènes.

**Conclusions et perspectives :** L'étude menée jusqu'à présent a permis de valider le code PENFAST en conditions métrologiques en présence d'hétérogénéités. La prochaine étude, indispensable, sera la validation en conditions cliniques du code PENFAST intégré dans le TPS.

## Références

- [1] Lawson C L and Hanson R J 1974 *Solving Least Squares Problems* Prentice-Hall, Englewood, Chffs, N.J
- [2] Salvat F, Fernandez-Varea J M and Sempau J 2006 PENELOPE a code system for Monte Carlo simulation of electron and photon transport University of Barcelona, Spain
- [3] Salvat F, Fernandez-Varea J M, Sempau J, Brualla LI and AIDweri F 2006 PENELOPE, Monte Carlo simulation of photon transport for radiotherapy Il metodo Monte Carlo in radioterapia pratica clinica e strumenti tecnologici conference, Catania

- [4] Salvat F, Fernandez-Varea J M, Sempau J, Brualla LI and AIDweri F 2006 Fast electron algorithms for radiotherapy Il metodo Monte Carlo in radioterapia pratica clinica e strumenti tecnologici conference, Catania
- [5] Low D A, Harms W B, Mutic S and Purdy J A 1998 A technique for the quantitative evaluation of dose distributions *Medical Physics* 25 656–61