

Travaux Pratiques de modélisation pour la dosimétrie

TP #5 & 6 : Initiation au calcul Monte Carlo

Contacts :

Véronica Sorgato: veronica.sorgato88@gmail.com

Samy Kefs: samy.kefs@inserm.fr

Yannick Arnoud: yannick.arnoud@lpsc.in2p3.fr

Travail à réaliser :

1. A partir de nombres aléatoires R uniformément répartis entre 0 et 1, écrire le code pour générer des nombres aléatoires uniformément répartis entre m (valeur minimale) et M (valeur maximale). Vérifiez à l'aide d'un histogramme la cohérence de vos résultats.
2. A partir de nombres aléatoires R uniformément répartis entre 0 et 1, écrire le code permettant de décider les tirages d'un dé à 6 faces. Vérifiez à l'aide d'un histogramme la cohérence de vos résultats.
3. Ecrire le code Monte Carlo permettant d'estimer le nombre π à partir de 2 nombres aléatoires tirés de manière uniforme entre 0 et 1. On pourra essayer de visualiser le carré et le cercle tels que vus en cours. Commentez chaque section de votre code (en annexe) et expliquer la formule qui estime π .

Bonus : Faire varier le nombre de tirages et commenter les résultats obtenus. A partir de quand avons-nous un écart relatif inférieur à $1/1000$, inférieur à $1/100000$? Mesurez le temps nécessaire pour obtenir ces incertitudes.

On s'intéresse à la propagation des photons dans l'eau. On connaît les valeurs de $\mu_{pe} = 1,369 \text{ cm}^{-1}$, $\mu_{Rayleigh} = 0,1333 \text{ cm}^{-1}$ et $\mu_{Compton} = 0,1699 \text{ cm}^{-1}$ pour des photons d'énergie 15 keV dans l'eau.

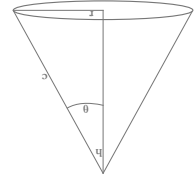
4. A partir de nombres aléatoires R uniformément répartis entre 0 et 1, écrire le code permettant de décider quelle interaction vont suivre les photons dans l'eau. Vérifiez la cohérence de vos résultats.

Bonus : décrire l'algorithme pour calculer les valeurs numériques de μ_{tr} et de μ_{en} à 15 keV dans l'eau, ainsi que les éventuelles données supplémentaires nécessaires à ce calcul.

On s'intéresse à l'émission isotrope d'une source de photons. Les coordonnées privilégiées dans ce cas sont les coordonnées sphériques.

5. Ecrire le code Monte Carlo permettant de simuler l'émission isotrope d'une source. Pour obtenir l'angle zénithal θ , vous utiliserez la méthode de rejet (bonus: la méthode d'inversion de la fonction de répartition). En utilisant une visualisation 3D en coordonnées cartésiennes, représentez le passage des photons par la surface d'une sphère de rayon 1m.

On souhaite collimater artificiellement la source isotrope pour ne simuler que les photons émis à l'intérieur d'un cône vertical. La génératrice de ce cône est l'axe Oz de la sphère, et son angle au centre θ vaut 10° , ce qui correspond à une ouverture de 20° .



6. Ecrire et commentez le code (en annexe) permettant de réaliser cette simplification.

On considère maintenant la propagation des photons de 15 keV dans une cuve à eau.

7. Calculez par la méthode de Monte Carlo la distance parcourue dans l'eau par chaque photon avant interaction :

- a. par la méthode des déplacements élémentaires (dx)
- b. par la méthode d'inversion de la fonction de répartition.

8. Faites la simulation du transport de 1000 photons et affichez un histogramme des distances parcourues.

9. En utilisant un ajustement exponentiel sur vos données simulées, obtenir le coefficient d'atténuation dans l'eau et son incertitude.

Bonus : Faites 1000 fois la simulation précédente, et affichez l'histogramme des 1000 valeurs de μ que vous avez obtenues. Quelle est la répartition de cette variable aléatoire μ et quel est son biais éventuel ? Commentez