

DE LA RECHERCHE À L'INDUSTRIE



Résolution de l'équation de Boltzmann linéaire par méthode Monte-Carlo

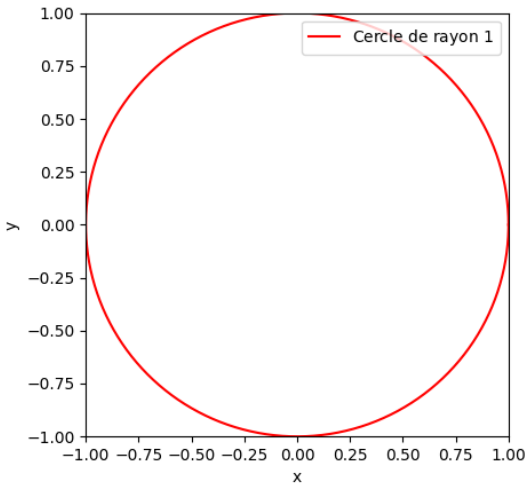
(ou résoudre une EDP avec des tirages aléatoires)

Gaël Poëtte

CEA, CESTA, DAM
ENSEIRB-MATMECA

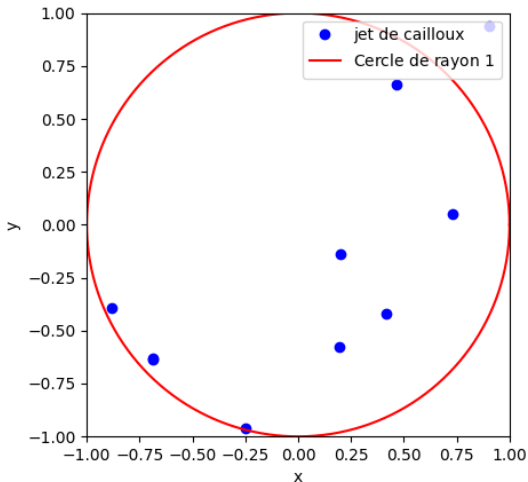
Vous savez sans doute ...
... Que l'on peut calculer π en lançant des cailloux ?

Tracer un cercle de rayon $r = 1$ inscrit dans le carré de côté 2



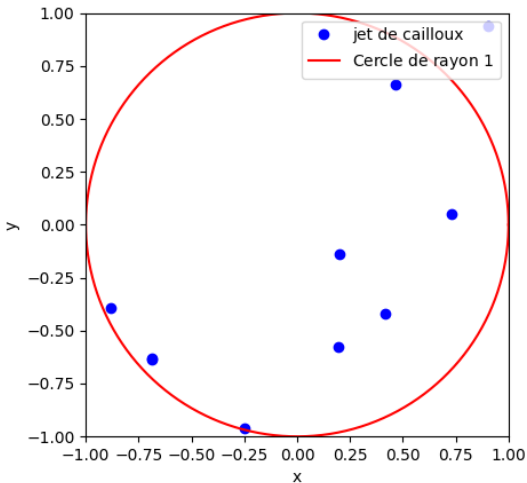
Vous savez sans doute Que l'on peut calculer π en lançant des cailloux ?

Lancer des cailloux en l'air et compter le nombre de cailloux dans le cercle



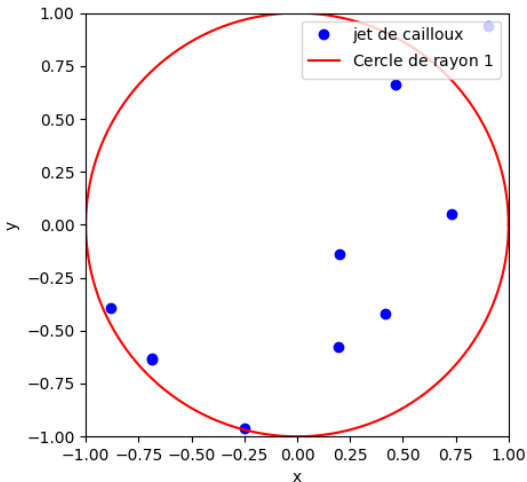
Vous savez sans doute Que l'on peut calculer π en lançant des cailloux ?

Une estimation de π est $\pi_N = 4 \times \frac{\text{Nb de cailloux dans le cercle}}{N}$



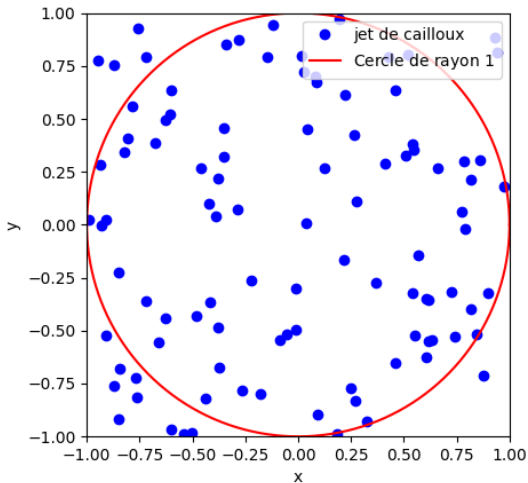
Vous savez sans doute Que l'on peut calculer π en lançant des cailloux ?

Une estimation de π est $\pi_{10} = 4 \times \frac{9}{10} = 3.6$



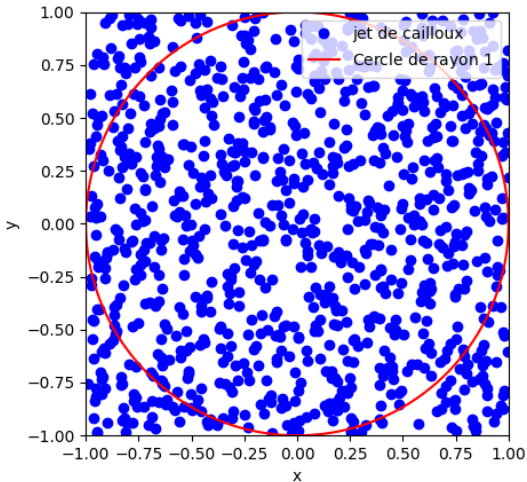
Vous savez sans doute ...
... Que l'on peut calculer π en lançant des cailloux ?

Une estimation de π est $\pi_{100} = 3.32$



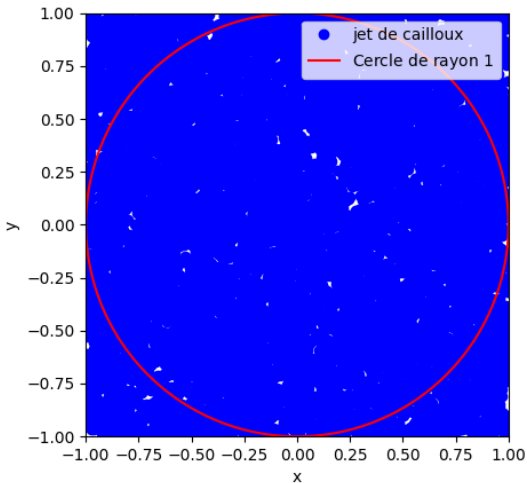
Vous savez sans doute ...
... Que l'on peut calculer π en lançant des cailloux ?

Une estimation de π est $\pi_{1000} = 3.076$



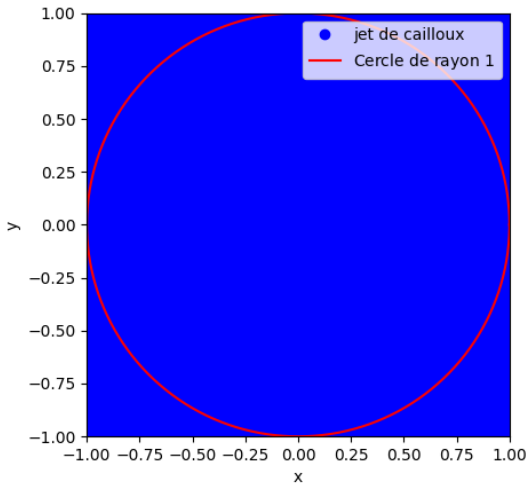
Vous savez sans doute ...
... Que l'on peut calculer π en lançant des cailloux ?

Une estimation de π est $\pi_{10000} = 3.1428$



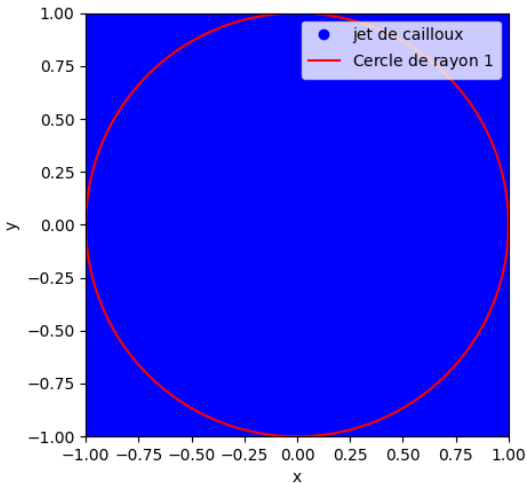
Vous savez sans doute Que l'on peut calculer π en lançant des cailloux ?

Une estimation de π est $\pi_{100000} = 3.14196$



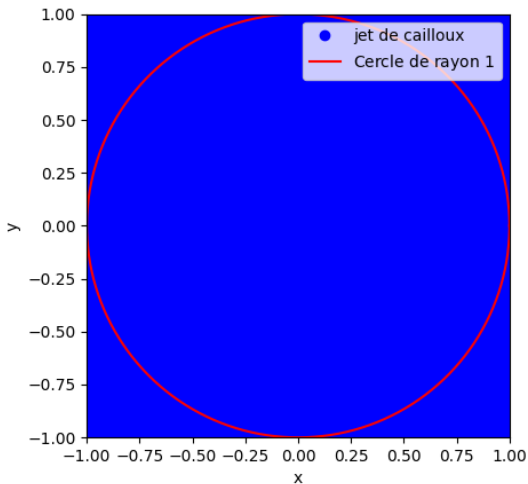
Vous savez sans doute Que l'on peut calculer π en lançant des cailloux ?

Une estimation de π est $\pi_{1000000} = 3.140212$



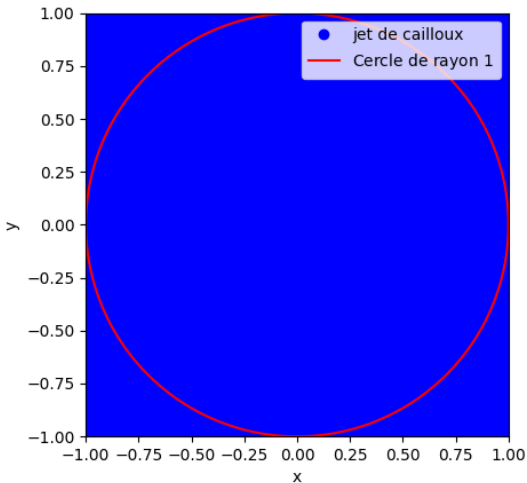
Vous savez sans doute Que l'on peut calculer π en lançant des cailloux ?

Une estimation de π est $\pi_{10000000} = 3.141614$



Vous savez sans doute Que l'on peut calculer π en lançant des cailloux ?

Une estimation de π est $\pi_{100000000} = 3.14184404$



Nous nous intéresserons à cette équation intégral-différentielle

$$\partial_t u(\mathbf{x}, t, \mathbf{v}) + \mathbf{v} \cdot \nabla u(\mathbf{x}, t, \mathbf{v}) = -v\sigma_t(\mathbf{x}, \mathbf{v})u(\mathbf{x}, t, \mathbf{v}) + \int v\sigma_s(\mathbf{x}, \mathbf{v}, \mathbf{v}')u(\mathbf{x}, t, \mathbf{v}') d\mathbf{v}'$$

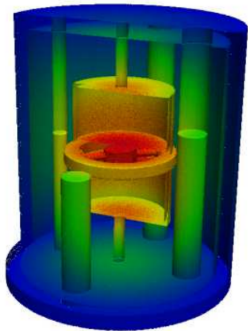
Parce que ce genre de modèle/code est utilisé pour ...

- ... La conception de nouveaux réacteurs/engins nucléaires ...
- ... La sûreté nucléaire ...
- ... La santé ...
- ... La finance ...
- ... Le Machine Learning ...
- ...

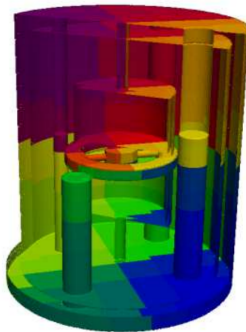
Nous nous intéresserons à cette équation intégral-différentielle

$$\partial_t u(\mathbf{x}, t, \mathbf{v}) + \mathbf{v} \cdot \nabla u(\mathbf{x}, t, \mathbf{v}) = -v\sigma_t(\mathbf{x}, \mathbf{v})u(\mathbf{x}, t, \mathbf{v}) + \int v\sigma_s(\mathbf{x}, \mathbf{v}, \mathbf{v}')u(\mathbf{x}, t, \mathbf{v}') d\mathbf{v}'$$

Ce genre de modèle/code est utilisé pour cet exemple de réacteur de recherche



Total Density of Neutrons



Domain Decomposition
(128 sub-domains)

... A l'issu de ce projet, vous aurez ...

- ... découvert une méthode (trop) peu connue pour résoudre des EDPs ...
(vous aurez creusé ses propriétés mathématiques et numériques etc.)
- ... étudié et pris en main un modèle (transport) qui prend de l'importance ...
(cf. les thèses proposées les années passées sur ce modèle)
- ... eu un aperçu de comment vérifier des codes implémentant le modèle ...
- ... eu un aperçu de comment vérifier des codes Monte-Carlo ...
- ... découvert un paradigme de parallélisation peu répandu ...
(la réplication de domaine, cf. D. Dureau, G. Poette, Hybrid Parallel Programming Models for AMR Neutron Monte-Carlo Transport, SNA+MC, 2013)
- ... été en contact avec mes blagues et mon humour de ouf
(vous verrez, elles sont assez incroyables)

... Il faut absolument que vous veniez lancer des cailloux avec moi!