

# Projet numérique

Abdelaziz Megdiche  
abdelaziz.megdiche@proton.me

## introduction

Le but de ce projet est de simuler le comportement d'un système à deux spins soumis à un champ magnétique et à l'effet d'interactions entre ses particules voisines. Nous utiliserons d'abord l'algorithme de Metropolis-Hastings sur une distribution familière, une loi normale multivariée de dimension 3, avant d'appliquer la méthode à un modèle Ising de dimension  $5 \times 5$ .

## Metropolis-Hastings pour une loi normale de dimension 3

1. On importe les bibliothèques nécessaires, et on initialise les variables importantes.
2. On construit les fonctions qui permettent de proposer un nouvel état à partir de l'origine `def proposition_stationnaire()` ou à partir d'un état précédent `def proposition(etat)`.
3. On compare la vraisemblance du nouvel état à celle de l'état actuel.

```
def distribution_cible(etat):  
    return np.exp(-etat.dot(matrice_transition).dot(etat)/2)  
def probabilite_acceptation(etat, nouvel_etat):  
    return min(1, distribution_cible(nouvel_etat)/distribution_cible(etat))
```

4. Nous avons à présent toutes les fonctions nécessaires pour implémenter l'algorithme de Metropolis-Hastings. `def metropolis_hastings()`:

## résultats

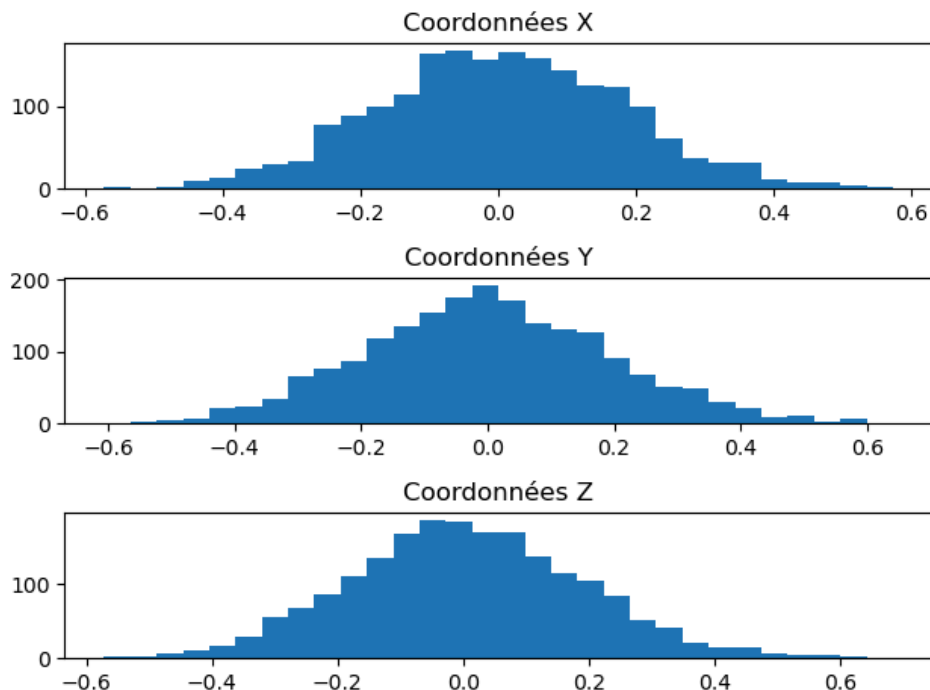


Fig. 1. – distributions marginales

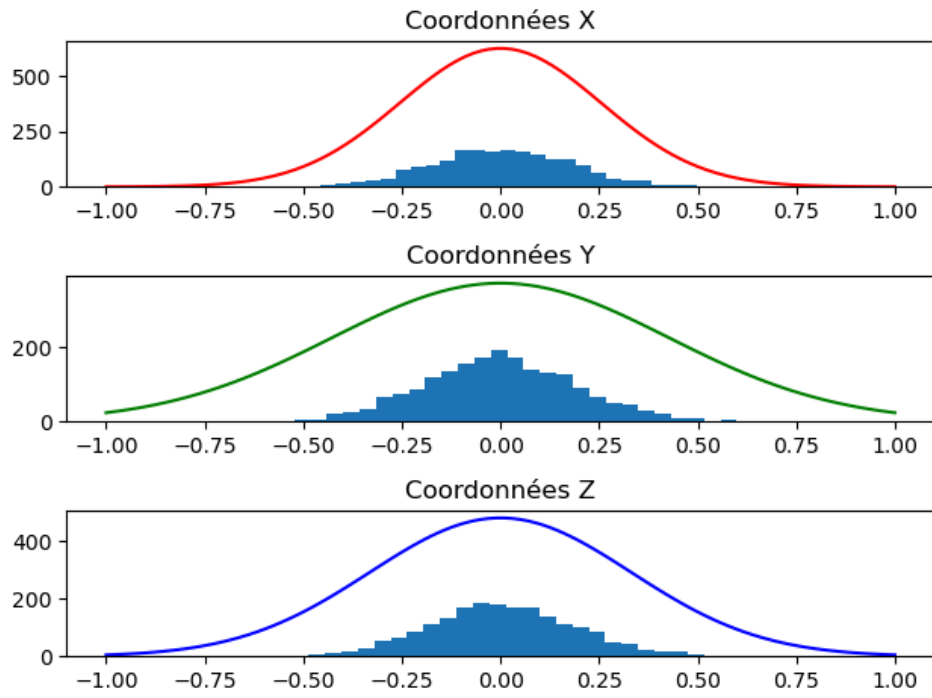


Fig. 2. – distributions marginales comparées à la réponse analytique

*N.B:* on remarque que les distributions analytiques et expérimentales sont proportionnelles

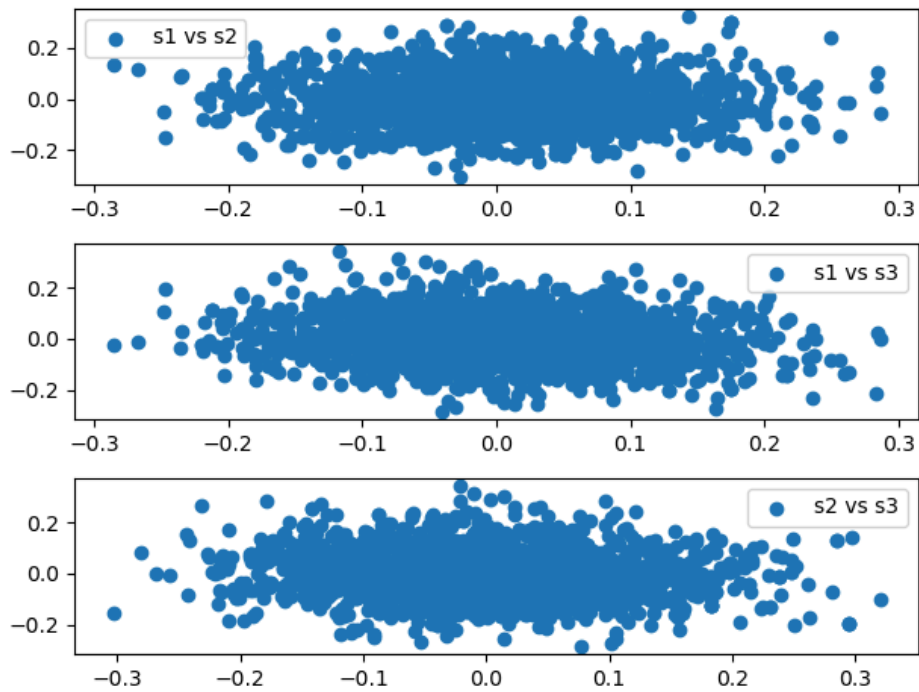


Fig. 3. – distributions conjointes

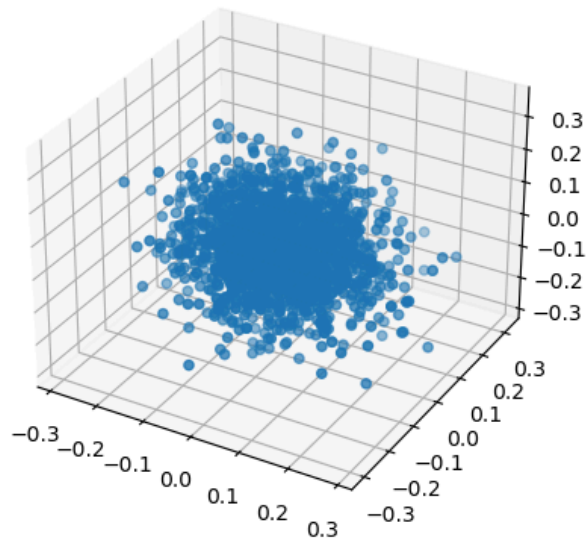


Fig. 4. – ensemble des échantillons générés

### Model Ising

On évalue les capacités thermiques et les susceptibilités pour différentes températures inverse  $\beta$ , champs magnétiques  $B$  et énergies d'interaction  $J$

