

**ISIMA - Deuxième Année**

GENERATION DE NOMBRES  
PSEUDO-ALEATOIRES

**Nom : BENKHALI Khalil**

Groupe : ISIMA

Professeur : Dr. David Hill

Date : 6 octobre 2024

# Table des matières

<b>Introduction</b>	<b>2</b>
Partie 1 : Implémentation du Mersenne Twister . . . . .	3
Recherche et Téléchargement . . . . .	3
Compilation et Test . . . . .	3
Commentaires . . . . .	3
Partie 2 : Génération de Nombres Uniformes . . . . .	4
But de la Partie . . . . .	4
Implémentation . . . . .	4
Résultats . . . . .	4
Visualisation . . . . .	4
Commentaires . . . . .	4
Partie 3 : Reproduction de Distributions Empiriques Discrètes . . . . .	5
But de la Partie . . . . .	5
Implémentation . . . . .	5
Résultats . . . . .	5
Visualisation . . . . .	5
Commentaires . . . . .	5
Partie 4 : Reproduction de Distributions Continues . . . . .	6
But de la Partie . . . . .	6
Implémentation . . . . .	6
Visualisation . . . . .	6
Commentaires . . . . .	6
Partie 5 : Simulation de Lois Non-Réversibles . . . . .	7
But de la Partie . . . . .	7
Implémentation . . . . .	7
Visualisation . . . . .	7
Commentaires . . . . .	8
<b>Ouverture sur la Théorie de la Percolation</b>	<b>9</b>
<b>Références</b>	<b>10</b>

# Introduction

Ce rapport présente la génération de variates aléatoires en utilisant le générateur Mersenne Twister. Les différentes méthodes de génération, y compris les distributions uniformes, exponentielles et discrètes, ainsi que la méthode de Box-Muller pour les lois normales, sont explorées.

---

# Partie 1 : Implémentation du Mersenne Twister

## Recherche et Téléchargement

Nous avons trouvé l'implémentation C du Mersenne Twister sur la page de Matsumoto. Le code source a été téléchargé et décompressé à l'aide de la commande suivante :

```
tar zxvf mt19937-2002.tgz
```

## Compilation et Test

Pour compiler l'implémentation, nous avons utilisé :

```
gcc mt19937-2002.c -o mt_test
```

Après compilation, nous avons exécuté le programme pour vérifier la reproductibilité des résultats, en utilisant les fonctions `genrand_int32` et `genrand_real1`. Voici un exemple de code de test :

```
#include "mt19937ar.h"
#include <stdio.h>

int main() {
    init_genrand(5489); // Initialisation du générateur avec une graine
    printf("10 nombres pseudo-aléatoires générés :\n");
    for (int i = 0; i < 10; i++) {
        printf("genrand_int32: %u, genrand_real1: %f\n", genrand_int32(), g
    }
    return 0;
}
```

## Commentaires

Les sorties obtenues étaient conformes aux résultats attendus, confirmant la bonne implémentation du générateur Mersenne Twister.

---

## Partie 2 : Génération de Nombres Uniformes

### But de la Partie

Nous allons générer des nombres uniformes entre  $[-98, 57.7]$  à l'aide de la fonction 'uniform'.

### Implémentation

La fonction 'uniform' est définie comme suit :

```
double uniform(double a, double b) {  
    return a + (b - a) * genrand_real1();  
}
```

### Résultats

Voici quelques exemples de nombres générés :

— -59.30, -63.35, 50.89, 55.31, -89.75

### Visualisation

L'histogramme montrant la répartition des nombres générés est affiché ci-dessous :

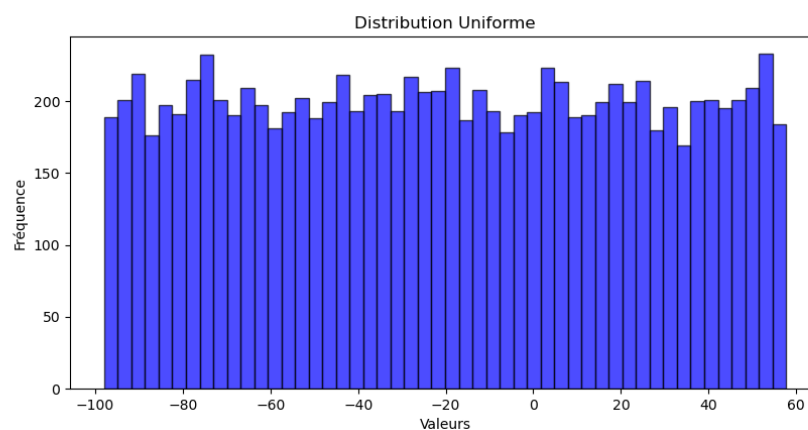


FIGURE 1 – Distribution uniforme des nombres entre -98 et 57.7

### Commentaires

L'histogramme montre une distribution uniforme, ce qui valide le bon fonctionnement de la fonction 'uniform'.

---

## Partie 3 : Reproduction de Distributions Empiriques Discrètes

### But de la Partie

Nous allons simuler une distribution discrète avec trois classes : A, B et C. Les proportions respectives de ces classes sont 35%, 45%, et 20%.

### Implémentation

Nous avons implémenté la simulation comme suit :

```
void simulate_discrete(int n) {
    int countA = 0, countB = 0, countC = 0;

    for (int i = 0; i < n; i++) {
        double r = genrand_reall();
        if (r < 0.35) countA++;
        else if (r < 0.80) countB++;
        else countC++;
    }

    printf("Classe_A: %.2f%%\n", (double)countA / n * 100);
    printf("Classe_B: %.2f%%\n", (double)countB / n * 100);
    printf("Classe_C: %.2f%%\n", (double)countC / n * 100);
}
```

### Résultats

Les résultats de la simulation pour différents nombres d'échantillons sont :

- 1 000 échantillons : Classe A : 34.20%, Classe B : 45.50%, Classe C : 20.30%
- 10 000 échantillons : Classe A : 35.47%, Classe B : 44.45%, Classe C : 20.08%
- 100 000 échantillons : Classe A : 34.93%, Classe B : 45.04%, Classe C : 20.03%
- 1 000 000 échantillons : Classe A : 35.03%, Classe B : 44.96%, Classe C : 20.01%

### Visualisation

L'histogramme ci-dessous illustre la répartition des classes :

### Commentaires

Les résultats sont conformes aux attentes, montrant que la simulation est correcte.

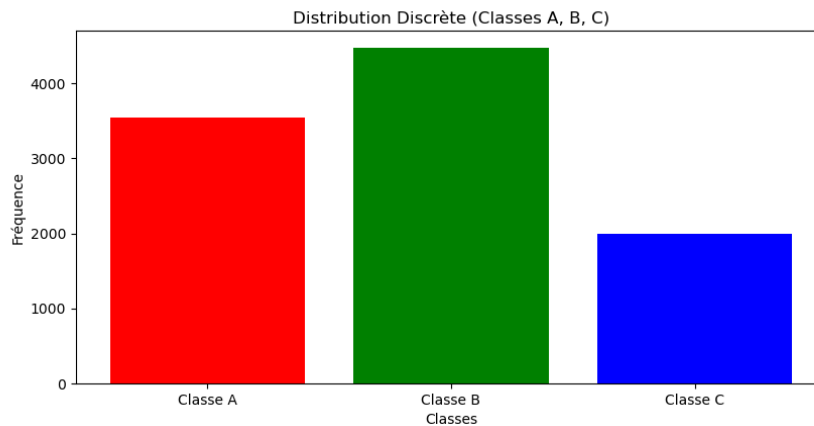


FIGURE 2 – Distribution discrète des classes A, B et C

## Partie 4 : Reproduction de Distributions Continues

### But de la Partie

Nous allons reproduire une distribution continue en utilisant une loi exponentielle négative et la méthode d'inversion.

### Implémentation

La fonction 'negExp' est définie comme suit :

```
double negExp(double mean) {  
    double random_number = genrand_real1();  
    return -mean * log(1 - random_number);  
}
```

### Visualisation

L'histogramme ci-dessous montre la répartition des 10 000 nombres générés suivant la loi exponentielle négative :

### Commentaires

La distribution générée montre que la plupart des nombres sont concentrés autour de petites valeurs, ce qui est typique d'une loi exponentielle négative.

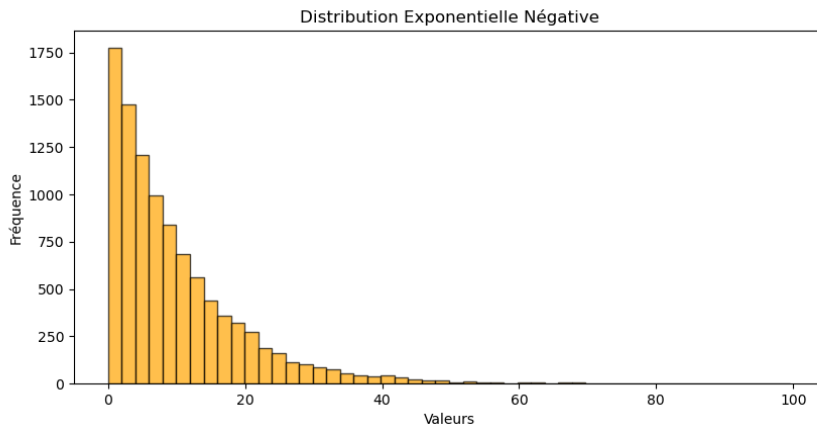


FIGURE 3 – Distribution exponentielle négative des nombres générés

## Partie 5 : Simulation de Lois Non-Réversibles

### But de la Partie

Nous allons utiliser la méthode de rejet pour générer des nombres selon une loi normale.

### Implémentation

La méthode de Box-Muller est utilisée pour générer des nombres suivant une loi normale.

### Visualisation

L'histogramme ci-dessous montre la répartition des nombres générés par la méthode de Box-Muller :

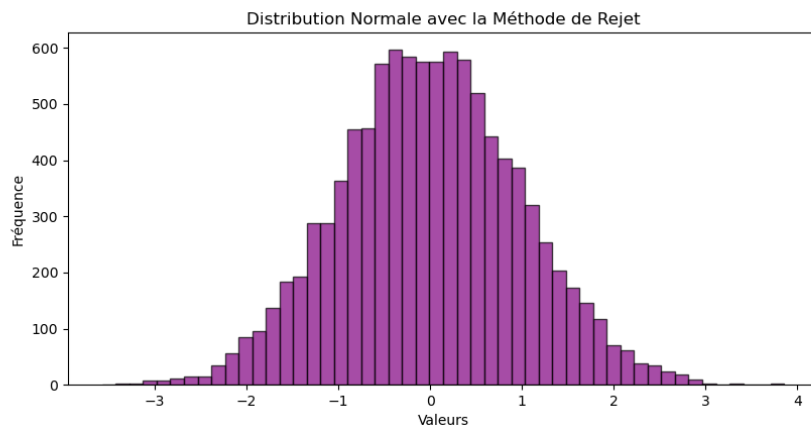


FIGURE 4 – Distribution normale générée par la méthode de Box-Muller



---

## Commentaires

La courbe obtenue est symétrique autour de zéro, ce qui confirme l'efficacité de la méthode de Box-Muller pour générer des nombres suivant une distribution normale.

# Ouverture sur la Théorie de la Percolation

Dans le cadre de ce laboratoire, il est intéressant de faire un lien entre les techniques de génération de nombres aléatoires et la théorie de la percolation. En effet, la percolation est une branche des mathématiques qui étudie le comportement des réseaux et des milieux désordonnés. La génération de réseaux aléatoires, par exemple, repose sur des algorithmes de génération de nombres aléatoires, permettant de simuler des phénomènes tels que la propagation d'infections ou la diffusion de fluides.

L'utilisation de générateurs de haute qualité, comme le Mersenne Twister, est cruciale pour obtenir des simulations précises et fiables. En appliquant ces techniques à des modèles de percolation, nous pouvons explorer des comportements critiques dans des systèmes complexes, mettant en lumière l'importance de la génération de nombres aléatoires dans des contextes variés.

# Références

- 1 D. D. Hill, “Lab 2 : Generation of random variates,” <https://perso.isima.fr/dahill/>, p. 2.
- 2 Code source disponible à l’adresse suivante : [https://github.com/Khalil9528/random\\_number.git](https://github.com/Khalil9528/random_number.git)