

TP : Arbres Rouge-Noir (Red-Black Trees)

Objectif du TP

L'objectif de ce travail pratique est d'apprendre à :

- **Créer** la structure d'un arbre rouge-noir
- **Implémenter** ses opérations fondamentales
- **Comprendre** comment ces opérations maintiennent l'équilibre automatique de l'arbre

À la fin du TP, vous saurez manipuler un arbre rouge-noir, insérer des données, supprimer des éléments, et effectuer des rotations pour maintenir ses propriétés.

Travail demandé

Vous devez implémenter un **arbre rouge-noir complet**, comprenant :

1. La définition d'un nœud

- Une clé
- Une couleur (rouge ou noir)
- Un pointeur vers le parent
- Un enfant gauche et un enfant droit
- Un nœud NIL noir utilisé comme feuille

2. Les opérations essentielles

a) Rotations

- Rotation gauche
- Rotation droite

Ces rotations sont utilisées automatiquement pour maintenir l'équilibre de l'arbre.

b) Insertion

- Insérer un élément comme dans un BST
- Rééquilibrer l'arbre à l'aide des rotations et recolorations

c) Suppression

- Supprimer un élément comme dans un BST
- Rééquilibrer l'arbre selon les cas étudiés en cours (frère rouge, enfants noirs, etc.)

Ce que vous devez remettre

Un dossier contenant :

- **Un programme de test** qui :
 - crée un arbre
 - ajoute plusieurs valeurs
 - en supprime quelques-unes
 - affiche l'arbre