

Exercice 9 bis

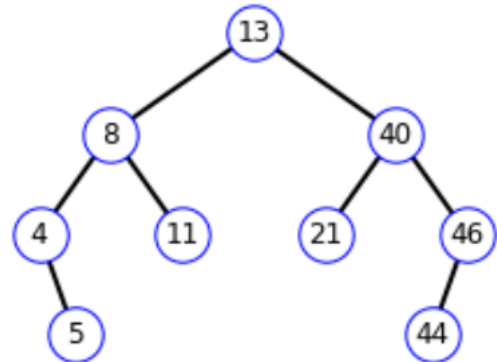
ABR

Un arbre binaire de recherche (ABR) est une structure de donnée composée de nœuds. Chaque nœud a au plus 2 enfants ordonnés d'une manière particulière :

- les enfants à gauche d'un nœud ont des valeurs inférieures à lui.
- les enfants à droite d'un nœud ont des valeurs supérieures à lui.
- Et cela doit être vrai pour chaque nœud de l'arbre.

Ci-contre on a représenté un arbre binaire de recherche à partir de la liste d'entier:

[13, 40, 8, 4, 5, 11, 46, 21, 44]



? QUESTION 1:

1. Quelle est la taille de cet arbre?
2. Reproduire cet arbre en y insérant les entiers 10 et 22. En respectant les règles d'un ABR.

? QUESTION 2:

Parmi les trois parcours en profondeur (prefixe, infixe et postfixe (ou suffixe)), lequel permet d'obtenir la liste triée en ordre croissant des entiers de l'arbre de la question 1 ?

On a choisit de représenter les arbres à partir d'une classe Noeud.

```
class Noeud:
    def __init__(self, valeur, gauche = None, droit = None):
        self.valeur = valeur
        self.gauche = gauche
        self.droit = droit
```

gauche et droit à défaut d'être None sont eux-mêmes des instances de la classe Noeud.

? QUESTION 3:

Voici une fonction récursive qui permet d'insérer une valeur dans un ABR non vide.

```
def inserer(arbre, valeur):
    if valeur < arbre.valeur:
        if arbre.gauche is None:
            arbre.gauche = ???
        else:
            ???
    elif valeur > arbre.valeur:
        if arbre.droit is None:
            ???
        else:
            ???
```

1. Recopier cette fonction en remplaçant les ??? par les bonnes instructions.
2. Justifier que cette fonction ne permet pas d'insérer deux fois la même valeur.

? QUESTION 4:

Dans un arbre binaire de recherche, la plus petite des valeurs se trouve sur le nœud le plus à gauche.

Pour l'atteindre, on considère la fonction récursive :

```
def minimum(arbre):  
    if arbre.gauche is None:  
        return arbre.valeur  
    else:  
        minimum(arbre.gauche)
```

1. Expliquer ce que fait cette fonction.
2. L'appel de cette fonction sur l'arbre de la question 1 renvoie **None**
Quelle instruction as-t-on oublié pour que la fonction renvoie 4?