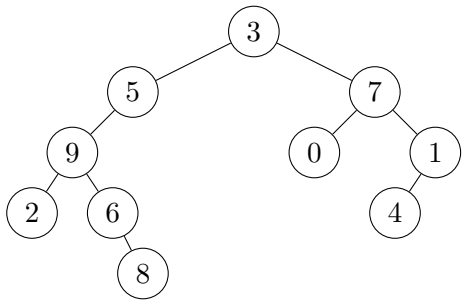
Durant ce TP, nous allons prendre comme exemple l'arbre suivant :



On rappelle les parcours classiques d'un arbre binaire :

1. **Parcours infixe** : on parcourt le sous-arbre de gauche dans l'ordre infixe, on visite le sommet puis on parcourt le sous-arbre de droite dans l'ordre infixe.
   Pour l'arbre précédent ce parcours est : 2 9 6 8 5 3 0 7 4 1.
2. **Parcours préfixe** : on visite le sommet, on parcourt le sous-arbre de gauche dans l'ordre préfixe puis on parcourt le sous-arbre de droite dans l'ordre préfixe.
   Pour l'arbre précédent ce parcours est : 3 5 9 2 6 8 7 0 1 4.
3. **Parcours suffixe** : on parcourt le sous-arbre de gauche dans l'ordre suffixe, on parcourt le sous-arbre de droite dans l'ordre suffixe puis on visite le sommet.
   Pour l'arbre précédent ce parcours est : 2 8 6 9 5 0 4 1 7 3.

On considère la classe `Noeud` suivante :

```
public class Noeud {
    private int etiquette;
    private Noeud gauche;
    private Noeud droit;

    public Noeud(int etiquette, Noeud g, Noeud d) {
        this.etiquette = etiquette;
        this.gauche = g;
        this.droit = d;
    }

    public Noeud(int etiquette) {
        this(etiquette,null,null);
    }
}
```

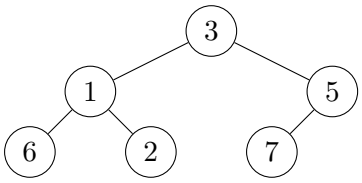
et la classe `Arbre` :

```
public class Arbre {
    private Noeud sommet;

    public Arbre(Noeud sommet) {
      this.sommet = sommet;
    }

    public Arbre() {
      this(null);
    }
}
```

1. Définir des méthodes `public void afficheInfixe()` dans les classes `Arbre` et `Noeud` qui permettent d'afficher un arbre dans l'ordre infixe.
2. Tester dans une classe `Main` la méthode `afficheInfixe()` sur l'exemple donné en introduction grâce au code suivant :

```
public class Main{
  public static void main(String[] args){
    Noeud a = new Noeud(6,null,new Noeud(8));
    Noeud b = new Noeud(9, new Noeud(2), a);
    Noeud c = new Noeud(5, b, null);
    Noeud d = new Noeud(1, new Noeud(4), null);
    Noeud e = new Noeud(7, new Noeud(0), d);
    Noeud f = new Noeud(3, c, e);
    Arbre g = new Arbre(f);
    g.afficheInfixe();
  }
}
```

3. Définir dans les classes `Arbre` et `Noeud` des méthodes `public void affichePrefixe()` et `public void afficheSuffixe()` qui permettent d'afficher un arbre respectivement dans l'ordre préfixe et suffixe.
4. Définir une méthode `int nbDeNoeuds()` qui retourne le nombre de nœuds d'un arbre.
5. Définir une méthode `int somme()` qui retourne la somme des étiquettes d'un arbre.
6. Rappelons que la hauteur d'un arbre non vide est définie comme étant le nombre de nœuds dans le plus long chemin de la racine à une feuille. La hauteur de l'arbre vide est -1 par définition. Par exemple, la hauteur de l'arbre donné en exemple est 4 : sa plus longue branche est $3-5-9-6-8$, qui contient 5 nœuds. Définir une méthode `int hauteur()` qui retourne la hauteur d'un arbre.
7. Définir une méthode `boolean recherche(int e)` qui renvoie `true` si un nœud de l'arbre est étiqueté par `e`.
8. Définir un constructeur `Arbre(Arbre a)` qui crée une **copie totale** de l'arbre donné en argument.
9. (Facultatif) Définir un nouveau constructeur `Arbre(int[] tab)` qui prend en entrée un tableau non vide de taille `n`, et qui construit un arbre dont les étiquettes des nœuds dans l'ordre infixe correspondent à `tab`. Par exemple `new Arbre(`$[6,1,2,3,7,5]$`)` peut donner :



Indications Voici **une**[1] façon de faire :

— Soit `r` la moitié de `n` (arrondi à l'inférieur : `int r = n/2`).

— Le sommet de `this` a pour étiquette tab$[r]$.

— Soit `tabG =` $[$`tab`$[0], ..., $`tab`$[r-1]]$. Le sous-arbre de gauche est `new Arbre(tabG)`.

— Soit `tabD =` $[$`tab`$[r+1], ..., $`tab`$[n-1]]$. Alors le sous-arbre de droite est `new Arbre(tabD)`.

10. (Facultatif) Tester le constructeur sur l'arbre précédent via le code :

```
int[] tab = {6,1,2,3,7,5};

Arbre h = new Arbre(tab);

h.afficheInfixe();
h.affichePrefixe();
```

Ce dernier doit afficher `6 1 2 3 7 5` et `3 1 6 2 5 7` si vous avez bien implémenté la méthode indiquée.

1. Implémentez celle-là, puis envisagez une autre méthode qui donnerait un arbre trivial ayant une seule branche.