

Programmation Orientée Objet

TP collections – Les pangolins à la conquête de l'espace

Ensimag 2^{ème}

1 Vers l'infini et au-delà

La tempête Ciaran a mis sans dessous le réseau internet de l'Ouest, empêchant nos amis Bretons d'écouter Nolwenn Leroy en boucle. Cette semaine, nous allons donc sauver le monde en codant des *graphes orientés étiquetés et extensibles*. Ça n'a rien à voir mais restez quand même, si ça se trouve vous apprendrez deux-trois trucs sur les collections Java.

Un graphe orienté est une structure mathématique constituée d'un ensemble \mathcal{N} de sommets (ou nœuds), accompagné d'un ensemble de couples de $\mathcal{N} \times \mathcal{N}$: les arcs. Les sommets sont *étiquetés* (à chaque sommet est associé une chaîne de caractères) et on suppose qu'il ne peut pas y avoir plusieurs sommets de même étiquette. Par *extensible*, on entend des graphes auxquels on peut ajouter dynamiquement des sommets et des arcs. Enfin pour les arcs, à vous de définir si vous autorisez ou non d'avoir plusieurs arcs entre deux sommets (*multigraphe* ou non).

On s'intéresse donc à :

- la structure d'un graphe ;
- savoir l'afficher ;
- déterminer si un chemin existe entre deux sommets.

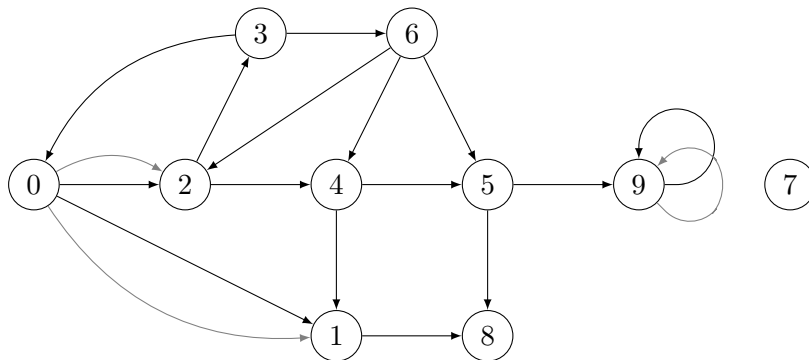


FIGURE 1 – Exemple de graphe orienté construit dans `TestGraphe.java`. En gris les arêtes ajoutées si l'on considère un modèle de multigraphe.

On introduit donc l'`interface` `Graphe` suivante :

```
1 public interface Graphe {
2     /**
3      * Ajoute un nouveau sommet d'étiquette label.
4      * Si un sommet de même étiquette existe déjà, cette méthode ne fait
5      * rien.
6      */
7     public void ajouteSommet(String label);
```

```

8      /**
9       * Ajoute un nouvel arc entre deux sommets.
10      * Si les sommets n'existent pas encore, ils sont ajoutés au graphe.
11      * Si un arc existe déjà entre ces deux sommets, on ne fait rien
12      * (sauf en cas de multi-graphe).
13      */
14      public void ajouteArc(String labelDepart, String labelArrivee);
15
16      /**
17       * Retourne une chaîne contenant la liste des sommets, puis celle
18       *   des arcs.
19       */
20      @Override
21      public String toString();
22
23      /**
24       * Cherche l'existence d'un chemin entre deux sommets du graphe.
25       *
26       * @return true si un chemin existe
27       */
28      public boolean existeChemin(String labelDepart, String labelArrivee)
29      ;
30  }

```

Une classe `TestGraphe.java` est fournie pour construire et tester le (multi-)graphe de la figure 1 à partir de la spécification ci-dessus.

2 Codage par successeurs

Il existe différentes façons de représenter des graphes en mémoire. Les graphes extensibles reposent toujours sur des codages par successeurs, et non des tables d'adjacences statiques. Ceci signifie que le codage du graphe en mémoire va ressembler un peu au graphe lui-même : un sommet donné contient des liens (références) vers chacun de ses sommets successeurs. Un tel codage est avantageux pour implémenter des algorithmes de parcours vers l'avant (recherche de chemin, par exemple).

Cette représentation repose ici sur deux des deux classes suivantes :

- un `Sommet` est défini par son étiquette et ses successeurs ;
- un `GrapheSuccesseurs` contient simplement l'ensemble des sommets du graphe. Cette classe doit réaliser l'interface `Graphe` ci-dessus, et donc définir toutes ses méthodes.

Question 1 Définir les attributs des classes et écrire les méthodes `ajouteSommet` et `ajouteArc`. Bien entendu, vous devez ici utiliser les collections Java adéquates (choix à justifier!).

Question 2 Redéfinir la méthode `toString()` de la classe `Graphe` pour afficher l'ensemble des sommets du graphe, puis l'ensemble des arcs.

Question 3 Redéfinir la méthode `existeChemin` qui cherche s'il existe un chemin entre deux sommets.

Cette recherche nécessite de résoudre le problème de *marquage* des sommets, pour éviter de tourner en rond en cas de cycle... Pour savoir si un sommet a déjà été traité, plusieurs approches sont possibles :

- garder une information au niveau de chaque sommet (qui doit être initialisée puis mise à jour)
- maintenir une collection contenant les sommets déjà parcourus.

A vous de tester une ou ces deux méthodes ; laquelle vous paraît la plus intéressante ?

3 Autre représentation

Une autre représentation possible est de décrire entièrement la structure au niveau du graphe lui-même. Celui-ci contient alors une association (clé, valeur) entre chaque sommet (la clé) et l'ensemble de ses successeurs (la valeur).

Question 4 Planter cette deuxième représentation dans une nouvelle classe réalisant elle aussi l'interface `Graphe`. Ainsi, vous pourrez la tester avec le même programme de test que précédemment.

Quels sont les avantages/inconvénients par rapport à la première solution ?