

Mise à niveau en Java

Cours 4: Généricité et Collections

Stéphane Airiau

Université Paris-Dauphine

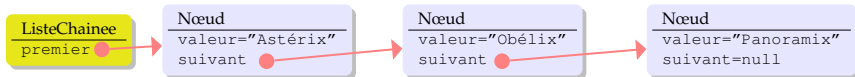
Liste chaînée

```
1 public class Noeud {
2     String valeur;
3     Noeud suivant;
4
5     public Noeud(String val) {
6         valeur = val;
7     }
8
9     public void setSuivant (Noeud next) {
10        suivant = next;
11    }
12 }
```

```
1 public class ListChaine {
2     Noeud premier;
3
4     public ListChaine() {
5         premier = null;
6     }
7
8     public void add(String val) {
9         Noeud nouveau = new Noeud(val);
10        if (premier == null)
11            premier = nouveau;
12        else {
13            Noeud dernier = premier;
14            while (dernier.suivant != null)
15                dernier = dernier.suivant;
16            dernier.suivant = nouveau;
17        }
18    }
19 }
```

Exemple

{"Astérix", "Obélix", "Panoramix"},



On voudrait maintenant faire une liste de Personnages.

- **Idée 1** : changer la classe `Noeud` et la classe `ListeChaine` pour faire deux classes spécialisées `NoeudPersonnage` et `LCPersonnage`.

On voudrait maintenant faire une liste de Personnages.

- ~~Idée 1 : changer la classe Noeud et la classe ListeChainee pour faire deux classes spécialisées NoeudPersonnage et LCPersonnage.~~ **duplication de code !**

On voudrait maintenant faire une liste de Personnages.

- ~~Idée 1 : changer la classe Noeud et la classe ListeChainee pour faire deux classes spécialisées NoeudPersonnage et LCPersonnage.~~ **duplication de code!**
- **idée 2** : mettre Object à la place de String et faire une liste chaînée d'Object.

On voudrait maintenant faire une liste de Personnages.

- ~~Idée 1 : changer la classe Noeud et la classe ListeChainee pour faire deux classes spécialisées NoeudPersonnage et LCPersonnage.~~ **duplication de code!**
 - ~~idée 2 : mettre Object à la place de String et faire une liste chaînée d'Object.~~
- ➡ possible mais nécessitera des transtypages explicites

On voudrait maintenant faire une liste de Personnes.

- ~~Idée 1 : changer la classe Noeud et la classe ListeChainee pour faire deux classes spécialisées NoeudPersonnage et LCPersonnage.~~ **duplication de code!**
- ~~idée 2 : mettre Object à la place de String et faire une liste chaînée d'Object.~~
- ➡ possible mais nécessitera des transtypages explicites
- et si on pouvait ajouter un paramètre à la classe Noeud... c'est ce que Java propose

On voudrait maintenant faire une liste de Personnages.

- ~~Idée 1 : changer la classe Noeud et la classe ListeChainee pour faire deux classes spécialisées NoeudPersonnage et LCPersonnage.~~ **duplication de code!**
- ~~idée 2 : mettre Object à la place de String et faire une liste chaînée d'Object.~~
- ➡ possible mais nécessitera des transtypages explicites
- et si on pouvait ajouter un paramètre à la classe Noeud... c'est ce que Java propose

```
1 public class Noeud<E> {
2     E valeur;
3     Noeud<E> suivant;
4
5     public Noeud(E val) {
6         valeur = val;
7     }
8
9     public void setSuivant (Noeud<E> next) {
10        suivant = next;
11    }
12 }
```

```

1 public class ListChaine<E> {
2     Noeud<E> premier;
3
4     public ListChaine() {
5         premier = null;
6     }
7
8     public void add(E val) {
9         Noeud<E> nouveau = new Noeud<E>(val);
10        if (premier == null)
11            premier = nouveau;
12        else {
13            Noeud<E> dernier = premier;
14            while (dernier.suivant != null)
15                dernier = dernier.suivant;
16            dernier.suivant = nouveau;
17        }
18    }
19
20    public E get(int index) {
21        int i=0;
22        Noeud<E> courant=premier;
23        while (courant.suivant != null && i<index) {
24            i++;
25            courant = courant.suivant;
26        }
27        if (index == i) // on a trouvé l'élément numéro i
28            return courant;
29        else
30            return null;
31    }
32 }

```

Utilisation

```
1 Gaulois asterix =
2     new IrreductibleGaulois("Astérix");
3 IrreductibleGaulois obelix =
4     new IrreductibleGaulois("Obélix");
5 Gaulois Informatix = new Gaulois("Informatix");
6 ListeChaine<Gaulois> liste = new ListeChaine<Gaulois>();
7 liste.add(asterix);
8 liste.add(obelix);
9 liste.add(informatix);
```

- Attention, le paramètre de type ne peut pas être un type primitif (ex **int**, **char**, **double**, etc...)
ex : Noeud<**int**> n'est pas permis.
- Lors de l'appel au constructeur, on n'est pas obligé de répéter les paramètres (mais il ne faut pas oublier les chevrons)
ex : ListeChaine<Gaulois> liste = **new** ListeChaine<>();
Java va inférer les paramètres

Autoboxing

Maintenant que Java peut connaître le type des objets contenus dans une structure, Java offre des possibilités pour simplifier le code : par exemple la transformation automatique dans des types primitifs

```
1 ListeChaine<Integer> maListe = new ListeChaine<Integer> ();
2 //old style
3 maListe.add(new Integer(7));
4 Integer sept = maListe.get(1);
5 System.out.println(sept.intValue());
6 //new style
7 maListe.add(6);
8 int six = maListe.get(2);
```

Quelques aspects plus techniques

On peut avoir deux paramètres (ou plus)

```
1 class <nom classe> < paramètre 1 [, paramètre 2] >{  
2     //on peut déclarer des attributs des classes paramètres  
3     <paramètre 1> attribut;  
4     //on peut déclarer des méthodes qui retournent l'attribut  
5     <paramètre 1> <nom méthode> (<liste arguments>) { ... }  
6     ...  
7 }
```

Par exemple, il existe une classe `Map<K, V>` qui associe à une clé de type `K` une valeur de type `V`.

Héritage au niveau de la classe

```
1 | class <nom classe> < paramètre >  
2 |     extends <classe mère> < paramètre >  
3 | { ... }
```

```
1 | class Tuple<T,U> { ... }  
2 | class ApprentisMentor<T,U> extends Tuple<T,U> { ... }
```

Héritage au niveau des paramètres (borne de types)

```
1 | class <nom classe> < paramètre extends <classe mère>>  
3 | { ... }
```

```
1 | class Distribution<E extends Personnage>{ ... }
```

On indique ici que le type E doit hériter du type Personnage.

On peut avoir plusieurs bornes, mais cela devient plus avancé.

But : écrire une méthode `swap` qui permute deux éléments d'un tableau.

- Peu importe le type du tableau, la méthode pour permuter deux éléments est la même.
- écrire une méthode `static` qui prend un tableau en paramètre

➡ écrire une méthode `static` générique

Quand on déclare une méthode générique, le paramètre de type est déclaré avant le type de retour et après la portée (`public`, `private`) et l'indication d'une méthode de classe (`static`).

```
1 | public class ArrayUtil {  
2 |     public static <T> void swap(T[] array, int i, int j) { ... }
```

Notez qu'il n'est pas utile de préciser un paramètre pour la classe `ArrayUtil`. Lorsqu'on va utiliser `swap`, on ne va pas instancier un objet, on va juste appeler la méthode `static`, il est donc important que ce soit cette méthode qui utilise un paramètre.

Appel d'un méthodes `static` générique

Quand on appelle une méthode générique, on n'a pas besoin spécifier le paramètre de type, il est inféré par Java.

```
ex: ArrayUtil.swap(villageois, 2, 6);
```

Si on y tient, on peut quand même donner le type (cela permettra un meilleur message d'erreur si quelque chose se passe mal).

```
ex: ArrayUtil.<Gaulois>swap(villageois, 2, 6);
```

Une subtilité qu'il est important de comprendre

```
1 | ListeChaine<Gaulois> lg = new ListeChaine<Gaulois>;  
2 | ListeChaine<Personnage> lp = lg;
```

Ligne 2, on a envie de dire qu'une liste de Gaulois est une liste de Personnages.
Cependant...

```
3 | lp.add(new Personnage("Jules César"));  
4 | Gaulois g = lg.get(1);
```

Quand on obtient un élément via la liste `lg`, on ne récupère pas forcément un Gaulois!

Le compilateur Java **ne** permettra **pas** la ligne 2.

⇨ si F est une classe de la descendance de la classe M
si G est une classe générique,
 $G<F>$ n'est pas dans la descendance de $G<M>$
Autrement dit, il n'y a pas de relation entre $G<F>$ et $G<M>$

Une conséquence

But : On veut utiliser la méthode suivante :

```
static void presente(List<Personnage> l)  
affiche les informations sur chaque Personnage de la liste l.
```

Supposons qu'on ait la liste suivante : `List<Gaulois> villageois`, on voudrait donc utiliser notre méthode `presente` et donc faire l'appel

```
Personnage.presente(villageois);
```

Hélas !

```
Personnage.java:72: error: incompatible types:  
List<Gaulois> cannot be converted to List<Personnage>  
Personnage.presente(villageois);
```

On le **répète** : il n'y a pas de relation entre `List<Personnage>` et `List<Gaulois>`!!!

Java propose une solution, mais il nous faut présenter quelques outils.

Jockers

Java offre la possibilité d'utiliser des « jockers » qui va servir à exprimer un type inconnu.

```
1 | ListeChaine<?> list = new ListeChaine<Gaulois>();
```

- On ne pourra pas utiliser la méthode `add` car on devrait passer un élément de type ?
? sera bien un type lors de l'exécution, si on ajoute quelque chose dans la liste, il faut que ce soit du bon type.
➡ puisqu'on ne connaît pas le type, on ne permet pas d'ajout !
- on peut appeler une méthode comme `get`
➡ on pourra effectuer un transtypage avec `Object` (ou mieux si on sait ce que l'on fait)

Pour être utile, on va utiliser le jocker avec une borne (inférieure ou supérieure)

Jockers & borne supérieure

ListChaine<? **extends** Gaulois> pour dire que le type inconnu doit être dans la descendance de la classe Gaulois.

On retrouve notre problème

```
1 | public void presente(ListeChaine<Personnage> liste){
```

✗ on ne peut pas utiliser une liste ListeChaine<Gaulois>

➡ Pour le résoudre, on utilise donc un jocker avec une borne supérieure : la méthode accepte toute liste qui contient des listes d'objets qui sont dans la descendance de Personnage.

Comme cela, on sera sûr de pouvoir appeler des méthodes de la classe Personnage.

```
1 | public void presentezVous(ListeChaine<? extends Personnage> liste){
```

le jocker est bornée par une borne inférieure, le type inconnu doit être un parent du paramètre T.

```
1 public class Collections {  
2     public static <T> void copy  
3         (List<? super T> dest, List<? extends T> src) { ... }
```

Dans l'exemple, la borne est un type paramétré (c'est méchant!)

L'exemple est une méthode présente dans Javadans la classe Collections.

On veut copier une liste dans une autre.

- on ne veut pas imposer que les deux listes soient du même type
ex : copier un liste de Gaulois dans une autre liste de Gaulois
- ➡ on veut avoir le droit de copier un liste de Gaulois dans une liste de Personnage.

Evidemment, on n'aurait pas le droit de copier un liste de Gaulois dans une liste d'IrreductibleGaulois!

Quelques restrictions

- on ne peut pas utiliser de types primitifs comme paramètres
- on ne peut pas construire un tableau avec des types paramétrés
ex : `Noeud<Gaulois>[] tableauDeNoeuds = new Noeud<Gaulois>[10];` n'est **pas** permis.
- le paramètre d'une classe ne peut pas être utilisé dans un contexte `static`.

```
1 public class Paire<C,V>{  
2     private static V valeurDefaut;  
3     erreur!  
4     public static void setDefault (V valeur) {valeurDefaut=valeur;}  
6     erreur!
```

- et d'autres subtilités dont on ne parlera pas ici

Collections

Collections

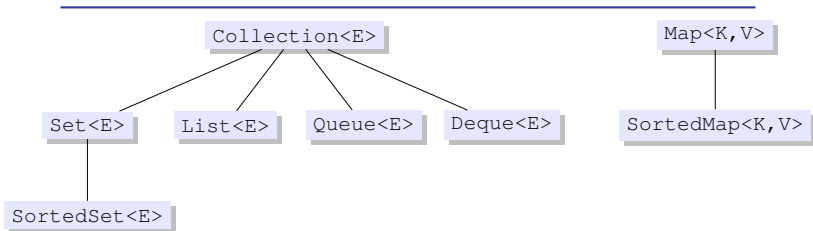
Les listes, les ensembles, les piles, les files d'attente sont des objets qui regroupent plusieurs éléments en une seule entité.

- en commun :
 - mêmes questions : est-ce qu'elles contiennent des éléments ? combien ?
 - mêmes opérations : on peut ajouter ou enlever un élément à la structure, on peut vider la structure. On peut aussi parcourir les éléments contenus dans la structure.
- implémentations différentes

Q : Comment peut-on manipuler toutes ces structures ?

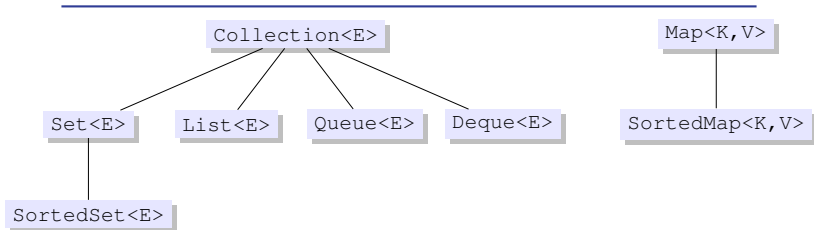
R : ➡ utiliser une hiérarchie d'interfaces

Hierarchie d'interfaces



- **Collection** : méthodes de base pour parcourir, ajouter, enlever des éléments.
- **Set** : cette interface représente un ensemble, et donc, ce type de collection n'admet aucun doublon.
- **List** : cette interface représente une séquence d'éléments : l'ordre d'ajout ou de retrait des éléments est important (doublons possibles)
- **Queue** : file d'attente : il y a l'élément en tête et il y a les éléments qui suivent. L'ordre d'ajout ou de retrait des éléments est important (doublons possibles)
- **Deque** : cette interface ressemble aux files d'attente, mais les éléments importants sont les éléments en tête et en queue.

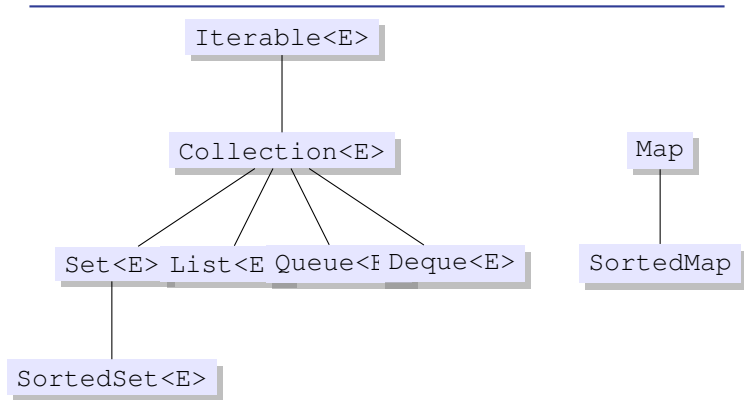
Hierarchie d'interfaces



- Map : cette interface représente une relation binaire (surjective) : chaque élément est associé à une clé et chaque clé est unique (mais on peut avoir des doublons pour les éléments).
- SortedSet est la version ordonnée d'un ensemble
- SortedMap est la version ordonnée d'une relation binaire ou les clés sont ordonnées.

Ces interfaces sont génériques, i.e. on peut leur donner un paramètre pour indiquer qu'on a une collection de Gaulois, de Integer, de String, etc...

Parcourir une collection



On peut utiliser une boucle **“for each”** sur tout objet implémentant l'interface `Iterable`.

Parcourir une collection : première solution

En utilisant la généricité ➡ le compilateur va connaître le type des éléments qui sont contenus dans la collection.

- **Situation** : on a une collection `maCollection` qui contient des objets de type `E`.
- On va accéder à chaque élément de la collection `maCollection` en utilisant le mot-clé `for`,
- chaque élément sera stocké dans une variable `<nom>` de type `E` (évidemment).

```
1 | Collection<E> maCollection;  
2 | ...  
3 | for (E <nom> : maCollection)  
4 |     // block d'instructions
```

Parcourir une collection : première solution

```
1 List<Gaulois> villageois = new ArrayList<Gaulois>();
2 villageois.add(new Gaulois("Asterix"));
3 villageois.add(new Gaulois("Cétaumatix"));
4 villageois.add(new Gaulois("Agecanonix"));
5 villageois.add(new Gaulois("Ordralfabétix"));
6
7 for (Gaulois g: villageois)
8     System.out.println(g);
```

Parcourir une collection : deuxième solution

Utilisation d'un objet dédié au parcourt d'éléments dans une collection : un objet qui implémente l'interface `Iterator`.

Obtention : appel à la méthode `iterator()` (interface `Iterable`)

```
1 public interface Iterator<E> {
2     boolean hasNext ();
3     E next ();
4     void remove (); //optional
5 }
```

- `hasNext()` retourne un `boolean` qui indique s'il reste des éléments à visiter,
- `next()` donne accès à l'élément suivant,
- `remove()` permet d'enlever l'élément de la collection.

utilisation :

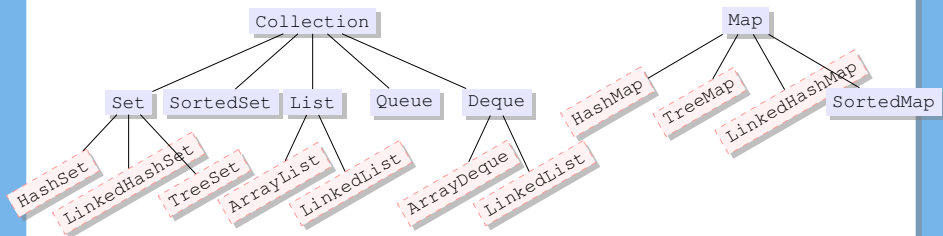
- enlever un élément lors de l'itération
- parcourt de plusieurs collections en parallèle.

Parcourir une collection : deuxième solution

```
1 List<Gaulois> villageois = new ArrayList<Gaulois>();
2 villageois.add(new Gaulois("Asterix"));
3 villageois.add(new Gaulois("Cétaumatix"));
4 villageois.add(new Gaulois("Agecanonix"));
5 villageois.add(new Gaulois("Ordralfabétix"));
6 villageois.add(new Gaulois("Bonemine"));
7
8 Iterator<Gaulois> it = villageois.iterator();
9 while (it.hasNext()) {
10     Gaulois g = it.next();
11     if (g.getName().equals("Asterix"))
12         it.remove();
13     else
14         System.out.println(g);
15 }
16
17
```


Implémentations

Pour chacune des interfaces, il existe plusieurs implémentations



un `Map` représente une relation binaire : chaque élément d'un `Map` est une paire entre une clé et une valeur.

Dans un `Map`, chaque clé est unique, mais on peut avoir des doublons pour les valeurs.

Attention, `Map` n'est pas une sous interface de `Iterable`, donc on ne peut pas parcourir un `Map` avec une boucle `for each` !

On peut obtenir l'ensemble des clés, l'ensemble des valeurs, et l'ensemble des paires (clé,valeur) grâce aux méthodes suivantes :

- `Set<K> keySet ()`
- `Set<Map.Entry<K, V>> entrySet ()`
- `Collection<K> values ()`

`Map.Entry` désigne une classe `Entry` qui est interne à la classe `Map`. On peut créer des classes à l'intérieur de classes, mais je n'en parlerai pas plus aujourd'hui.

Exemple parcours d'une Map

```
1 Map<Personnage, Region> origines = new HashMap<> ();
2 ...
3 for (Map.Entry<Personnage, Region> paire: origines.entrySet ()) {
4     Personnage p = paire.getKey ();
5     Region r = paire.getValue ();
6     if (r.getName.equals ("Ibère"))
7         System.out.println (p);
8 }
```

Dans cet exemple, on part une Map qui associe à chaque personnage sa région d'origine et on affiche seulement les personnages qui sont des ibères.

Interface `Comparable` contient une seule méthode :

```
public int compareTo(T o)
```

Cette méthode retourne

- un entier négatif si l'objet est plus petit que l'objet passé en paramètre
- zéro s'ils sont égaux
- un entier positif si l'objet est plus grand que l'objet passé en paramètre.

les classes `String`, `Integer`, `Double`, `Date`, `GregorianCalendar` et beaucoup d'autres implémentent toutes l'interface `Comparable`.

Exemple

```
1 public class Gaulois extends Personnage
2     implements Comparable<Gaulois>{
3     String nom;
4     int quantiteSanglier;
5     ...
6
7     public int compareTo(Gaulois ixis) {
8         return this.quantiteSanglier - ixis.quantiteSanglier;
9     }
10 }
```

interface Comparator

ex : trier les éléments d'une collection : utilisation interface Collections

```
// interface Collections
1 public static <T extends Comparable<? super T>
2     void sort (List<T> list)
3 public static <T> void sort
4     (List<T> list, Comparator<? super T> c)
```

```
1 public interface Comparator<T> {
2     int compare(T o1, T o2);
3     boolean equals (Object obj);
4 }
```

Pour comparer des Gaulois, et même tous les Personnage selon leur taille, on peut écrire la classe suivante :

```
1 public class TriHauteur implements Comparator<Personnage> {
3     public int compare(Personnage gauche, Personnage droit) {
4         return gauche.hauteur < droite.hauteur ? -1 :
5             (gauche.hauteur == droite.hauteur ? 0 : 1);
6     }
}
```

Exemple

Ensuite, on peut utiliser cette nouvelle classe pour trier des Personnages selon leur taille.

```
1 public static void main(String[] args) {
2     Personnage obelix = new IrreductibleGaulois("Obelix", 1.81);
3     Gaulois asterix = new IrreductibleGaulois("Astérix", 1.60);
4     Personnage cesar = new Personnage("César", 1.75);
5
6     ArrayList<Personnage> personnages =
7         new ArrayList<Personnage>();
8     personnages.add(asterix);
9     personnages.add(obelix);
10    personnages.add(cesar);
11
12    for (Personnage p: personnages)
13        System.out.println(p.presentation());
14
15    Comparator<Personnage> hauteur = new TriHauteur();
16    Collections.sort(personnages, hauteur);
17
18    for (Personnage p: personnages)
19        System.out.println(p.presentation());
```