

Généricité et l'infrastructure Collections de Java

Virginia Aponte

CNAM-Paris

25 mars 2019

1. Présentation de collections

L'infrastructure des collections de Java

C'est quoi ? bibliothèque Java (**interfaces** + **classes**) pour implanter des **structures de données abstraites** et **réutilisables**.

Comment ? une collection ***est un objet*** qui contient d'autres objets ;

Utilité ? pour stocker et manipuler ces collection d'objets via des *algorithmes connus et efficaces*,

Où ? dans le paquetage `java.util`

Approche unifiée

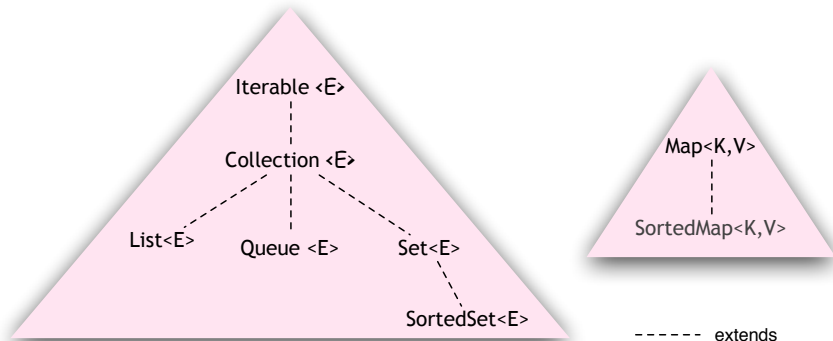
Stocker et manipuler des collections d'objets

- Suivant différentes manières de les organiser,
- Composée de :
 - **hiérarchie d'interfaces génériques** : ce sont leurs types ;
 - **hiérarchie de classes génériques** pour implanter ces interfaces ;
 - **classes utilitaires** :
 - (Implantation d'algorithmes) tris, recherche, etc,
 - conversion entre tableaux et collections, utilitaires tableaux,

Généricité

Interfaces, classes, réutilisables sur toute sorte de types d'éléments/collections concrètes.

Hiérarchie d'interfaces (extrait) collections



<E> : type générique E pour les éléments d'une collection

Interface `Collection<E>` : quelles opérations ?

Collection : objet contenant une quantité indéterminée d'objets.

Principales opérations :

- taille collection, tester si vide ;
- tester égalité, appartenance ;
- ajout/suppression ;
- parcours (via itérateur) d'une collection ;
- conversion vers un tableau ;

Plus bas dans la hiérarchie :

- **Interfaces dérivées** : `List<E>`, `Set<E>`, `Queue<E>` ...
- Beaucoup de classes implémentation : `ArrayList<E>`, `LinkedList<E>`, `PriorityQueue<E>`, `HashSet<E>`, `TreeSet<E>` ...

Interface Collection<E> (extrait)

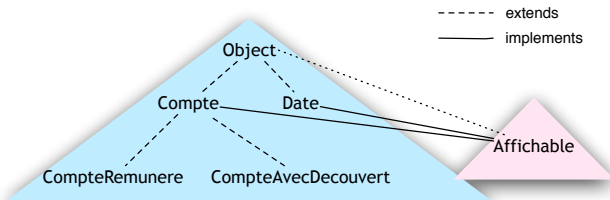
```
public interface Collection<E> extends Iterable<E> {  
    int size();  
    boolean isEmpty();  
    boolean add(E o);  
    boolean remove(Object o);  
    boolean equals(Object o);  
    boolean contains(Object o);  
    T [] toArray();  
    Iterator<E> iterator();  
}
```

- les *classes* qui **implantent** cette interface
⇒ *possèdent au moins* toutes ces méthodes;
- `add`, `remove` retournent `true` si l'opération a pu s'effectuer.

2. Object et égalité en Java

Object : **racine** de la hiérarchie de classes

La classe Object se trouve à la racine de toutes les hiérarchies d'interfaces et des classes Java.



```
public class Object {  
    public boolean equals (Object o){ ...}  
    public String toString() {...}  
    ... // autres methodes  
}
```

Les méthodes d' `Object` : dans tous les objets !

- contient des méthodes indispensables : `equals`, `toString`, etc
- présentes par défaut :
 - dans tout objet ET avec une implantation « par défaut ».
 - Ex : `o1.equals(o2)` compare les adresses de `o1` et de `o2` ;
- les librairies Java s'en servent !
 - Ex : `contains` utilise `equals` lors de la recherche d'un objet ;
 - `System.out.print` utilise `toString` pour afficher un objet.

Bonne pratique

Redéfinir les méthodes de `Object` pour un fonctionnement adapté à la classe courante.

Méthodes d'object, égalité et types prédéfinis

Les méthodes « par défaut » dans un objet se comportent rarement comment on veut. Exemple : `equals` qui compare les adresses n'est pas toujours ce que l'on veut faire !

⇒ Java rédefini les méthodes d'Object et en particulier `equals` pour la majorité des types prédéfinis.

Exemple : objets `String` :

- teste l'égalité des caractères !

```
s1.equals(s2) ⇒ true
```

si `s2` non nul, et si tous leurs caractères 2 à 2 sont égaux.

Comportement d'equals

Donnez le comportement d'equals et toString :

```
Compte c1 = new Compte(1, 50);  
Compte c2 = new Compte(1, 50);  
Compte c3 = c1;  
String s1 = "a"+"b";  
String s2 = "ab";  
System.out.println("c1_equals_c2?_>_" + c1.equals(c2));  
System.out.println("c3_equals_c1?_>_" + c3.equals(c1));  
System.out.println("s1_equals_s2?_>_" + s1.equals(s2));  
System.out.println("x1.toString()_>_" + x1.toString());
```

3. Les collections étudiées dans ce cours

List (ArrayList) et Set (HashSet, TreeSet)

Interface `List<E>`

« listes » d'objets de type E

- éléments avec une position, parcours séquentiel ;
- doublons admis ;
- exemple d'implantation : `ArrayList<E>`

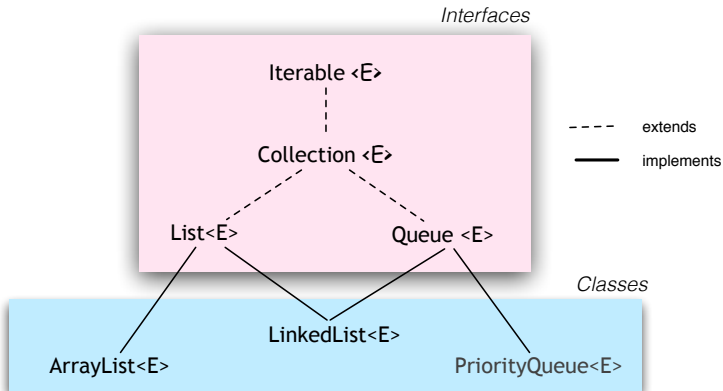
Interface `Set<E>`

« ensembles » d'objets de type E :

- pas de position pour les éléments ; parcours d'ordre indéterminé
- doublons interdits ;
- exemple implantations : `HashSet<E>`, `TreeSet<E>`

Interfaces + classes \Rightarrow « les séquences »

Extrait hiérarchies pour les structures « séquences » :



<E> : type générique E pour les éléments

4. Les stuctures de données génériques

1. Structures des données « génériques »

Concept : **Entité** qui encapsule plusieurs éléments de type (*générique*) (de type commun mais indéterminé) :

- décrit l'organisation des éléments dans la structure, sans s'occuper de leur nature interne (type)
- décrit les opérations pour agir sur la structure (chercher, ajouter, etc),

Exemples : tableaux, listes, arbres binaires, piles, etc.

Intérêt : selon organisation, opérations plus ou moins efficaces \Rightarrow choix adapté à une application.

Abstraction : algorithmes (en général) indépendants du type des éléments.

Exemple de classe générique : ArrayList<E>

```
public class ArrayList<E>
    implements List<E>, Collection<E>, Iterable<E> .
    public boolean add(E el) {...}
    public E get(int i){...}
    ....
}
```

- E : type (quelconque) des éléments de la liste ;
- implante plusieurs interfaces génériques ;
- les méthodes ont des types génériques :
 - boolean add(E el) : ajout d'un élément de type E ;
 - E get(int i) : retourne l'élément (type E) de position i
 - ...etc.

5. Rappel : une collection, `ArrayList<E>` (implante `List<E>`)

Classe ArrayList<E>

ArrayList<E>

- classe **générique** de Java :
 - éléments de type E ;
 - ce type peut être **quelconque** (objet) ;
 - on doit juste le préciser à la déclaration.
- fonctionne comme un **tableau de taille *automatiquement variable***
 - chaque élément à une position, le premier à 0 ;
 - on peut y ajouter autant d'éléments qu'on veut,
 - on peut les accéder/modifier/supprimer selon leur position.

ArrayList<E> : déclaration et création

- type E (éléments) nécessairement de **objet** :
 - à préciser lors d'une déclaration, ex : `ArrayList<String>`
- création *avant utilisation* via `new`,

```
ArrayList<String> maListe;  
maListe= new ArrayList<String>(); // liste vide
```

- autres constructeurs pour initialiser avec paramètre liste ou tableau ;
- **Important** : déclarer en début de fichier,

```
import java.util.ArrayList;  
public class ...
```

Quelques méthodes de la classe `ArrayList<E>`

- `int size()` : renvoie la longueur de la liste ;
- `boolean isEmpty()` : teste si la liste est vide ;
- `E get(int i)` : renvoie le contenu de la case numéro `i`. Le type de l'objet retourné est `E`.
- `add(T el)` : ajoute l'élément `el` à la *fin* de la liste.
- `set(int i, T el)` : remplace la valeur dans la case `i` par `el`. `i` doit être inférieur à la taille de la liste.
- `remove(int i)` supprime l'élément dans la case `i` ;
- `remove(Object el)` supprime la première occurrence de l'élément de valeur `el`. S'il est présent plusieurs fois, n'est enlevé qu'une seule fois. Le contenu des cases est décalé, et la longueur de la liste diminue de 1. Si non présent, la liste n'est pas modifiée.

Beaucoup d'autres méthodes

Il faut aller voir la documentation en ligne !

Constructor Summary

Constructors

Constructor and Description

`ArrayList()`

Constructs an empty list with an initial capacity of ten.

`ArrayList(Collection<? extends E> c)`

Constructs a list containing the elements of the specified collection, in the order they are returned by the collection's iterator.

`ArrayList(int initialCapacity)`

Constructs an empty list with the specified initial capacity.

Method Summary

Methods

Modifier and Type

Method and Description

`boolean`

`add(E e)`

Appends the specified element to the end of this list.

`void`

`add(int index, E element)`

Inserts the specified element at the specified position in this list.

`boolean`

`addAll(Collection<? extends E> c)`

Appends all of the elements in the specified collection to the end of this list, in the order that they are returned by the specified collection's iterator.

`boolean`

`addAll(int index, Collection<? extends E> c)`

Inserts all of the elements in the specified collection into this list, starting at the specified position.

`void`

`clear()`

Removes all of the elements from this list.

`Object`

`clone()`

Returns a shallow copy of this `ArrayList` instance.

`boolean`

`contains(Object o)`

Returns true if this list contains the specified element.

`void`

`ensureCapacity(int minCapacity)`

Increases the capacity of this `ArrayList` instance, if necessary, to ensure that it can hold at least the number of elements specified by the minimum capacity argument.

`E`

`get(int index)`

Returns the element at the specified position in this list.

`int`

`indexOf(Object o)`

Returns the index of the first occurrence of the specified element in this list, or -1 if this list does not contain the element.

`boolean`

`isEmpty()`

Returns true if this list contains no elements.

Exemple : ArrayList de comptes

```
ArrayList<Compte> lc = new ArrayList<Compte>();  
Compte c1 = new Compte();  
Compte c2 = new Compte();  
  
lc.add(c1); // ajout en position 0  
lc.add(c2); // ajout en position 1  
double s = lc.get(1).getSolde(); // solde de c2
```

Exemple (2) : somme des soldes

- `lc` est un `ArrayList` de comptes ;
- pour parcourir la liste : `i < lc.size()` ;
- pour obtenir le compte de position `i` : `lc.get(i)` ;
- pour obtenir le solde de ce compte : `lc.get(i).donneSolde()`

```
public static double sommeSoldes(ArrayList<Compte> lc) {  
    double s=0;  
    for (int i= 0; i < lc.size(); i++) {  
        s= s + lc.get(i).getSolde();  
    }  
    return s;  
}
```

6. Trier une collection

Pour trier : établir un ordre sur les éléments

Algorithmes de tri \Rightarrow comparent objets à trier

1 objet est-il **plus petit, plus grand ou égal** qu'un autre ?

La **classe** `Collections` (avec un « s » !!!) :

- contient méthodes utilitaires **statiques** sur collections (tri, recherche, conversion, inversion etc.)
- utilisent comparaison « standardisée » d'objets E, soit :
 - ① utilisation d'un **objet** `Comparator<E>` (solution la + simple)
 - ② **ou** objets à comparer **implémentent** `Comparable<E>`
- appel à `Collections.sort(...)` \Rightarrow **après définition** d'un parmi ces modes de comparaison !

6.1 – Trier une collection avec Comparable<T>

Interface Comparable<T>

La classe T des objets à comparer doit implanter Comparable<T>

```
interface Comparable<T> {  
    public int compareTo(T o);  
}
```

- compare `this` avec l'objet `o` et renvoie un entier :
 - négatif si `this` est plus petit que `o` ;
 - positif si `this` est plus grand que `o` ;
 - 0 s'ils sont égaux

Ajouter dans la classe T :

- implements Comparable<T>
- une implantation de `compareTo`

String, Integer, etc. implémentent Comparable

- Beaucoup de types prédéfinis implémentent Comparable :
 - Ex : `String` implémente Comparable selon l'ordre *lexicographique* (ordre du dictionnaire et de l'alphabet).

```
public class String implements Comparable<String> {  
    public int compareTo(T o){...  
        // comparaison des codes Unicode sur caracteres  
        // de this et de o...  
    }  
}
```

Exemple : String implante comparable

```
String s1 = "abc";  
String s2 = "abb";  
String s3 = "abc"; // contenu identique à s1  
System.out.println("s1_compare_s2?_" + s1.compareTo(s2));  
System.out.println("s2_compare_s1?_" + s2.compareTo(s1));  
System.out.println("s1_compare_s3?_" + s1.compareTo(s3));
```

Affiche :

```
s1 compare s2? 1  
s2 compare s1? -1  
s1 compare s3? 0
```

Pourquoi ?

Trier avec Comparable<T>

Supposons que `List<T> lt` est la liste des objets (de type T) à trier :

❶ modifier la classe T :

- ajouter dans son entête → `implements Comparable<T>;`
- ajouter dedans → 1 méthode `public int compareTo(T o).`
- ajouter dedans → 2 méthodes :
 - `public boolean equals(Object)`
 - `public int hashCode()`

❷ pour réaliser le tri → appeler la méthode

`void Collections.sort(lt)`

sur la liste à trier

- elle utilisera la méthode `compareTo` ajoutée dans la classe T pour les comparaisons pendant le tri

Implantation de Comparable<Compte> (ordre de numéros)

- Implantons Comparable sur Compte selon l'ordre de numéros de comptes;
- nous ajoutons compareTo qui compare ces numéros.

```
public class Compte implements Comparable <Compte> {  
    private int numero;  
    private double solde;  
  
    @Override  
    public int compareTo(Compte o) {  
        if (this.getNumero() < o.getNumero()) return -1;  
        else if (this.getNumero() > o.getNumero()) return 1;  
        else return 0;  
    }  
}
```

Implanter Comparable<Compte> (2)

Ajout de la méthode `equals` dans `Compte` :

```
public class Compte implements Comparable <Compte> {
    .....
    @Override
    public boolean equals(Object obj) {
        if (this == obj)
            return true;
        if (obj == null)
            return false;
        if (getClass() != obj.getClass())
            return false;
        Compte other = (Compte) obj;
        if (numero != other.numero)
            return false;
        return true;
    }
```

Exercice : expliquez tous les cas de ce code.

Implanter Comparable<Compte> (3)

Ajout de la méthode `hashCode()` dans `Compte` :

```
public class Compte implements Comparable <Compte> {  
    .....  
    @Override  
    public int hashCode() {  
        final int prime = 31;  
        int result = 1;  
        result = prime * result + numero;  
        return result;  
    }  
}
```

Cette méthode a été générée via *Eclipse*!
Nous l'étudierons plus tard ...

Affichage par ordre des numéros

Une méthode statique qui trie puis affiche :

```
public static void affiche(ArrayList<Compte> cmptes) {  
    if (cmptes.isEmpty()) {  
        System.out.println("Aucun_compte"); return;  
    }  
    System.out.println("Liste_triee_par_numero_");  
    // Pourquoi cette recopie dans t?  
    ArrayList<Compte> t = new ArrayList<Compte>(cmptes);  
    Collections.sort(t);  
    for (Compte c: t) {  
        c.affiche();  
    }  
}
```

Programme exemple

```
public static void main(String[] args) {  
    Compte c1 = new Compte (1,2500);  
    Compte c2= new Compte (7, 200);  
    Compte c3 = new Compte (3, 45);  
    ArrayList<Compte> lc = new ArrayList<Compte>();  
    lc.add(c1); lc.add(c2);lc.add(c3);  
    System.out.println("Appel_affiche(lc):_");  
    affiche(lc);  
}
```

Affichages de affiche (lc)

Liste triee par numero :

Numero: 1, solde: 2500.0

Numero: 3, solde: 45.0

Numero: 7, solde: 200.0

4.2 – Trier avec un objet Comparator<E>

Interface `Comparator<E>`

Contient une unique méthode :

```
interface Comparator<E> {  
    public static int compare(E o1, E o2);  
}
```

- `E` → type des objets à comparer
- compare les objets `o1`, `o2` et renvoie un entier :
 - négatif si `o1` est plus petit que `o2` ;
 - positif si `o1` est plus grand que `o2` ;
 - 0 s'ils sont égaux.

```
Collections.sort(List<E>, Comparator<E>)
```

Méthode qui trie `List<E>` selon l'ordre donné par `Comparator<E>`.

Pour utiliser un `Comparator<E>`

Supposons que `la` soit une liste (`List<A>`) d'objets de type `A` à trier :

❶ déclarer **nouvelle classe** `CompA` qui implante `Comparator<A>` ;

❷ créer un objet instance de cette classe :

```
Comparator<A> comp = new CompA();;
```

❸ appeler la méthode

```
void Collections.sort(la, comp)
```

- sur la liste `la` **et**
- sur l'objet `Comparator` `comp`

⇒ `Collections.sort(la, comp)`

Exemple : ordre de soldes pour les comptes

Une classe qui implante un `Comparator` de `Comptes` selon l'ordre de leurs soldes.

```
class ordreParSolde implements Comparator<Compte>{  
    public int compare(Compte o1, Compte o2){  
        if (o1.getSolde() < o2.getSolde()) {  
            return -1;  
        } else if (o1.getSolde() > o2.getSolde()) {  
            return 1;  
        } else { return 0; }  
    }  
}
```

- `Compte` → type des objets à comparer;
- pour fabriquer un `Comparator<Compte>` ⇒ `new ordreParSolde()`;
- il suffira de passer cet objet à la méthode `Collections.sort`.

méthode statique afficheParSolde (lc)

```
public static void afficheParSolde(ArrayList<Compte> cmptes)
    if (cmptes.isEmpty()) {
        System.out.println("Aucun_compte");
        return;
    }
    System.out.println("Liste_tries_par_solde:");
    ArrayList<Compte> t = new ArrayList<Compte>(cmptes);
    Collections.sort(t,new ordreParSolde());
    for (Compte c: t) {    c.affiche();    }
}
```

Afficher par ordre des soldes

```
Compte c1 = new Compte (1,2500);  
Compte c2= new Compte (7, 200);  
Compte c3 = new Compte (3, 45);  
afficheParSolde(lc);
```

Affiche :

```
Liste tries par solde:  
Numero: 3, solde: 45.0  
Numero: 7, solde: 200.0  
Numero: 1, solde: 2500.0
```
