COLLECTIONS D'OBJETS

Collections génériques, Interfaces abstraites, package java.util

Walter Rudametkin
Maître de Conférences
Bureau F011
Walter.Rudametkin@polytech-lille.fr

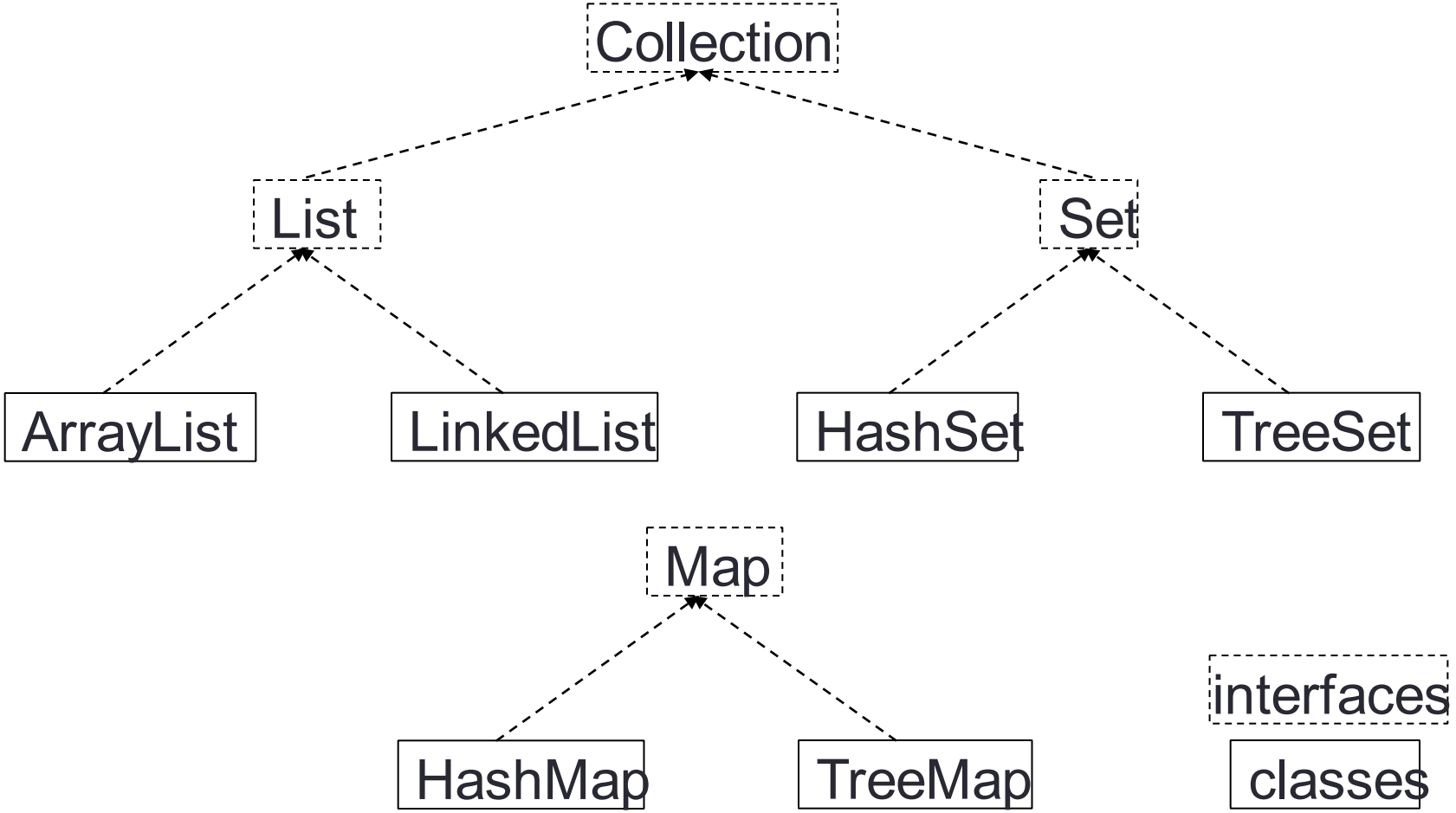
Collections d'objets

- Tableaux
  - intégrés dans le langage (avec syntaxe à la C)
  - un tableaux est un «objet» (allocation dynamique)
  - de taille fixe
  - type des éléments : primitif (homogène) ou **objets (polymorphe)**

- Bibliothèque (package) java.util
  - Structures de données dynamiques dont listes et tables d'association <clé-valeur>, ...
  - génériques depuis 5.0

  - mais aussi :
    - **utilitaires algorithmiques**: sort, binarySearch, …
    - Date, Calendar, ...

Classification des collections



Interfaces abstraites

- A l'extrême des classes abstraites
  - pas de structure (pas de variables d'instance, static possibles)
  - que des méthodes abstraites (« pure protocole »)
- Elles sont implémentées par les classes
  - relation **`implements`** (n-aire)
  - en plus de **`extends`** (unaire)

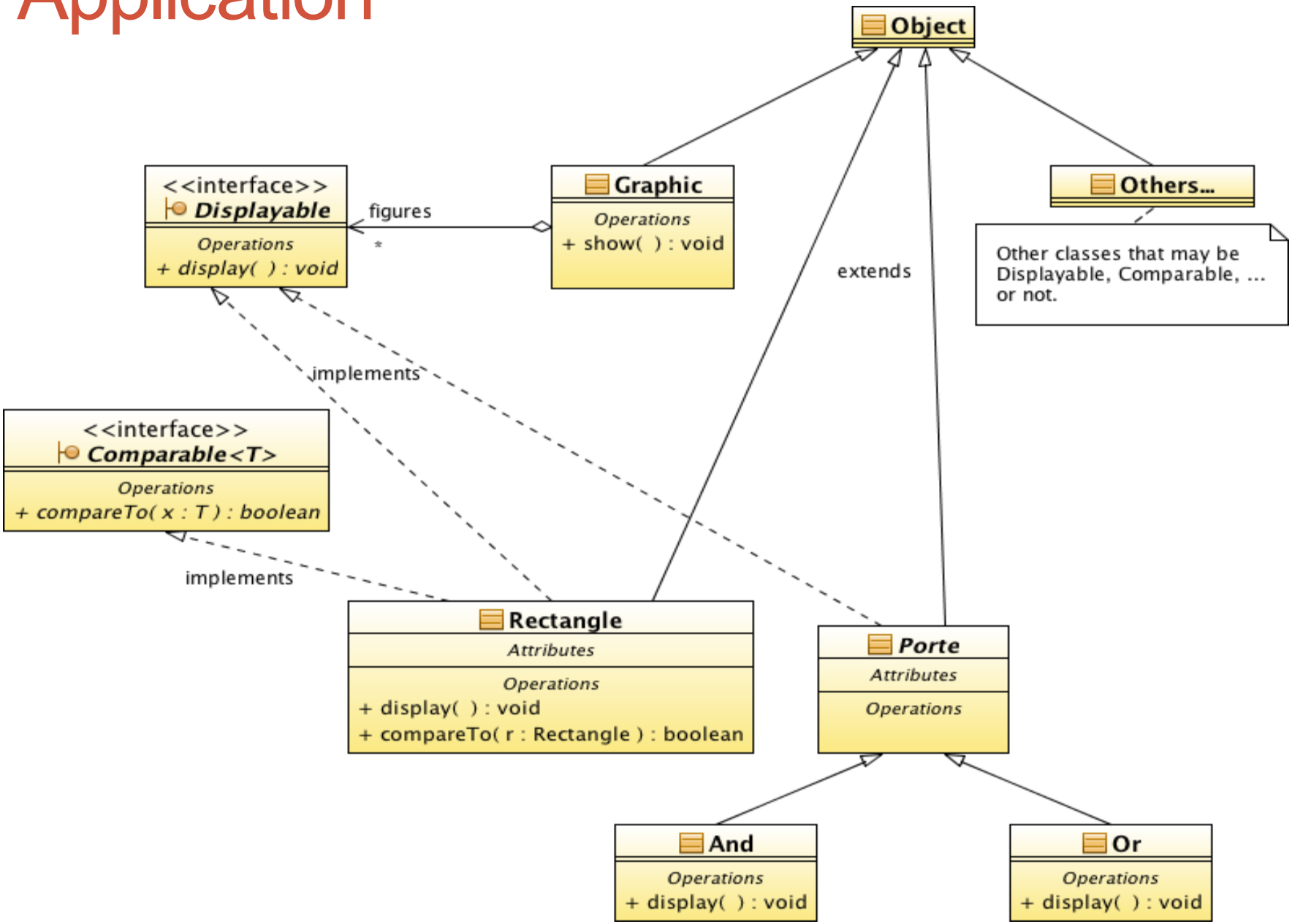
- Exemples (de la bibliothèque java.util)

```
public class ArrayList<E>
         extends AbstractList<E>
         implements List<E>, Cloneable, Serializable
```

- Remarque: une interface peut étendre (par **`extends`**) une ou plusieurs autre(s) interface(s)

```
public interface List<E> extends Collection<E>,
                                 Iterable<E>
```

Application



Application en Java

```
public interface Displayable {
    void display();
}
```

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

```
public class Rectangle implements  Displayable,
                                   Comparable<Rectangle> {
        public double surface() {…}
        public void display() {…}
        public int compareTo(Rectangle r) {
            return (int) (this.surface() - r.surface());
    }
}
```

Application en Java

```
public abstract class Porte implements Displayable {
  // display() remains abstract
}
```

```
public class And extends Porte {
    public void display() { //code…}
}
```

```
public class Or extends Porte {
    public void display() { //code…}
}
```

Application en Java

```
public class Graphic {
    protected List<Displayable> figures;
    public void add(Displayable fig) { figures.add(fig); }
    public void show() {
     for (Displayable fig : figures) fig.display();
    }
}
```

```
public class Pavage {
    protected List<Rectangle> rectangles;
    public void sort() {
        Collections.sort(rectangles); // <= Comparable
    }
}
```

Collection

- Les collections sont des regroupements dynamiques d'objets.
- Les formes les plus courantes sont:
  - les listes: accès indicé, doublons d'éléments possibles
  - les ensembles: sans doublons
- Les collections contiennent des objets => pour gérer des types primitifs utiliser les classes Wrapper

- Avant 5.0 : le type des éléments est Object
  - pas de contrôle statique de type plus fin
  - contrôle dynamique « à la main » par casts

- Depuis 5.0 : les collections sont génériques:
  - paramétrées par le type des éléments
  - contrôle de type correspondant sur les opérations de manipulation

Collection

- L'interface Collection<E> spécifie les fonctionnalités abstraites communes aux classes de collections :

```
public interface Collection<E>
   public boolean add(E o)
   public boolean remove(Object o)
   public boolean contains(Object o) //par test .equals()
   public int size()
   public void clear()
   public boolean isEmpty()
   public Object[] toArray() //inverse de Arrays.asList(t)
   public boolean equals(Object o)
```

- Il existe des versions itérées de add, contains, remove suffixées par All :

```
public boolean addAll(Collection c);
public boolean containsAll(Collection c);
```

Les listes : java.util.List

- Les listes sont des collections d'objets avec doublons possibles ordonnées de manière externe par indice de rangement.

- Elles sont issues d'une même interface List<E> qui ajoute à Collection les opérations d'accès direct indicé:
  get(i), add(i,x), set(i,x), ...

- Deux classes de listes :
  - listes chainées: `LinkedList<E>`
    plus performantes sur les opérations de mise à jour (ajout/retrait)
  - listes contigües: `ArrayList<E>`
    plus performantes sur les opérations d'accès indicé
    (voir aussi la classe `Vector` d'origine avant Java5)

Les listes : java.util.List

```
public interface List<E> extends Collection<E>

  public void add(int index, E element)
  // sachant que add(E element) ajoute en queue

  public E get(int index) throws IndexOutOfBoundsException

  public E set(int index, E element) throws
    IndexOutOfBoundsException

  public E remove(int index) throws IndexOutOfBoundsException

  public int indexOf(Object o) throws ClassCastException
  //indice 1ere occurrence, -1 si !this.contains(o)

  public List<E> sublist(int from, int to)  throws
    IndexOutOfBoundsException
```

Exemple

```
import java.util.*;

public class Circuit {
  protected List<Porte> composants = new ArrayList<Porte>();
  //ou ArrayList<Porte> composants = …

  public void brancher(Porte p) {
    composants.add(p);
   }

  public void remplacer(int i, Porte p) {
    composants.set(i,p);
   }

  public void run() {
    for (int i=0;i<composants.size();i++) {
      composants.get(i).run();
   }
}
```

Itération sur les éléments

- Les collections offrent une interface d'itération sur leurs éléments

```
public interface Collection<E> extends Iterable<E> {
    public Iterator<E> iterator();
}
```

- Interface d'itération

```
public interface Iterator<E>{
    public boolean hasNext();
    public E next() throws NoSuchElementException;
    void remove(); //enlève le dernier element
}
```

- Exemple de la classe `Circuit`

```
public List<Composant> composants = new ArrayList<Composant>();
public void run() {
    Iterator<Porte> iter = composants.iterator();
    while (iter.hasNext()) iter.next().run();
 }
```

- et même en 5.0, comme tout **Iterable** (tab, Collection, ...):

```
for(Porte p : composants) p.run();
```

Collections d'éléments de type primitif

- type primitif : utiliser les classes wrappers

```
List<Double> l = new ArrayList<Double>();
```

- en 5.0 l'"auto-boxing/unboxing" n'oblige pas à wrapper/dewrapper

```
double x;
l.add(new Double(x)); //ou plus simplement:
l.add(x); //"autoboxing" en 5.0 (automatique)

double s=0.0;
for(int i=0;i<l.size();i++){
    // s=s+l.get(i).doubleValue();
    s=s+l.get(i); // "auto-unboxing" en 5.0
}
s=0.0;
// par iteration "for each"
for(double x : l) s=s+x;
```

Collections avant 5.0

- pas de paramètre de type générique
- type statique des éléments = Object => casts « à la main »

```
public class Circuit {
  protected List composants = new ArrayList(); //Object

  public void brancher(Porte p) {
    composants.add(p); /*compatible avec Object*/
  }
  public void run() {
    for (int i=0;i<composants.size();i++){
       //restitution des elts => downcasts
      ((Porte)composants.elementAt(i)).run();
  }
  public void afficher() {
     //iterators non generiques => downcasts
    Iterator iter = composants.iterator();
    while(iter.hasNext()) ((Porte)iter.next()).display();
  }
}
```

Les utilitaires de la classe Collections

- La classe Collections offre des utilitaires (static) sur les List :
  - tri : sort
  - recherche ordonnée : binarySearch

```
public class Collections {
   public static void sort(List<E> list)
   public static int binarySearch(List<E> list, E x) ...}
```

- Les éléments doivent fournir une relation d'ordre en implémentant l'interface Comparable<T>

```
public interface java.lang.Comparable<T> {
  int compareTo(T obj);
  // < 0 si this < obj
  // = 0 si this = obj
  // > 0 si this > obj
}
```

- Il existe l'équivalent sur les tableaux fourni en static par la classe **Arrays**

Exemple

- Ouvrage : relation d'ordre sur leur auteur

```
// sachant :
public class String implements Comparable<String>

// ordre sur les ouvrages <=> ordre sur leur auteur
public class Ouvrage implements Comparable<Ouvrage>{
   protected String titre, auteur;
   public int compareTo(Ouvrage obj) {
      return auteur.compareTo(obj.getAuteur());
   }
}
```

Exemple

- Application : liste d'ouvrages ordonnée par auteur

```
List<Ouvrage> ouvrages = new ArrayList<Ouvrage>();

//ajouts
ouvrages.add(new Ouvrage("Germinal","Zola"));
ouvrages.add(new  Ouvrage("C","Kernighan"));
ouvrages.add(new  Ouvrage("Java","Eckel"));

//tri
Collections.sort(ouvrages);

// affichage du resultat
Java Eckel
C Kernighan
Germinal Zola
```

Les tables d'association : java.util.Map

- Elles permettent de maintenir des associations clé-valeur <K,V>:
  - chaque clé est unique, elles constituent un Set
  - les clés et valeurs sont des objets
- L'interface Map spécifie les opérations communes aux classes de tables d'association :

```
public interface Map<K,V> {
    V put(K key, V value);
    V get(Object key);
    boolean containsValue(Object value);
    boolean containsKey(Object key);
    V remove(Object key);
    Set<K> keySet()   //l'ensemble des cles
    Collection<V> values() // la liste des valeurs
    ...
}
```

HashMap/TreeMap

- Il existe principalement deux sortes de tables : les **HashMap** et les **TreeMap** qui implémentent l'interface Map.

- **HashMap<K,V>**
  - Tables de hachage
  - Elles utilisent la méthode hashCode() des objets clés (cf. Object)
  - l'ensemble des clés est un HashSet.
  - Les performances de HashMap sont meilleures que TreeMap mais pas d'ordre sur les clés
- **TreeMap<K,V>**
  - permet de gérer des tables ordonnées sur les clés.
  - l'ensemble des clés est un TreeSet (arbre binaire ordonné assurant un accès en $\log_2(n)$.
  - les clés doivent donc être ordonnables :
    leur classe de clé doit implémenter l'interface Comparable

Exemple

- Bibliothèque
  - table code-Ouvrage ordonnée par les codes (String)
  - TreeMap<String,Ouvrage>

```
public class NonDisponibleException extends Exception {}
```

```
public class Ouvrage {
  protected String titre, auteur;
  protected boolean emprunte;
  protected int compteur; // nombre d'emprunts
  public int getCompteur() {return compteur;}
  public void emprunter() throws NonDisponibleException {
    if (emprunte) throw new NonDisponibleException();
    else { emprunte=true; compteur++;}
}
```

Exemple 1/4

```
public class Bibliotheque {
   protected Map<String,Ouvrage> ouvrages = new
                                        TreeMap<String,Ouvrage>();

   public void add(String code, Ouvrage o) {
      ouvrages.put(code,o);
   }

   public int totalEmprunts() {// parcours des valeurs
      int total=0;
      Iterator<Ouvrage> iter = ouvrages.values().iterator();
      while (iter.hasNext())
         total=total+iter.next().getCompteur();
         return total;
   }
   //suite ...
```

Exemple 2/4

```
    //…
    public void listing() {// for each sur les cles
        for(String code : ouvrages.keySet()){
            System.out.println(code+":"+ouvrages.get(code));
        }
    }
    public void emprunter(String code) throws
                OuvrageInconnuException, NonDisponibleException {
        try {
            ouvrages.get(code).emprunter();
        } catch(NullPointerException ex) {
            throw new OuvrageInconnuException();
        } // NonDisponibleException : propagée (cf. throws)
    }
}
```

```
public class OuvrageInconnuException extends Exception {}
```

Exemple 3/4

```
// application (dans un main)

Bibliotheque bib = new Bibliotheque();
bib.add(“I101”,new Ouvrage(“C”,”Kernighan”));
bib.add(“L202”,new Ouvrage(“Germinal”,”Zola”));
bib.add(“S303”,new Ouvrage(“Parapente”,”Ali Gali”));
bib.add(“I345”,new Ouvrage(“Java”,”Eckel”));
bib.listing();

/* resultat : ordre lexicographique des codes (String)
I101:C Kernighan
I345:Java Eckel
L202:Germinal Zola
S303:Parapente Ali Gali
*/
```

Exemple 4/4

```
// application (suite du main)

String code; // a obtenir…

try {
   bib.emprunter(code);
} catch (OuvrageInconnuException ex) {
   System.out.println("ouvrage "+code+" inexistant");
} catch (NonDisponibleException ex) {
  System.out.println("ouvrage"+code+"non dispo");
}
```