Polymorphisme

Programmation Orientée Objet

Jean-Christophe Routier
Licence mention Informatique
Université des Sciences et Technologies de Lille

des méthodes : méthodes de même nom avec signatures différentes

$\hookrightarrow$ cf. constructeurs

des objets : pouvoir exploiter une "facette" d'un objet indépendamment des autres

- "multi-typage" des objets
- permettre une "*projection*" de l'objet sur un type
- aspect orienté objet non présent dans prog. modulaire

Polymorphisme des méthodes

- possibilité d'avoir dans la définition d'une même classe des méthodes de **même nom** mais de **signatures différentes**
  ↪ variation du nombre et/ou du type/classe des arguments

```
public void someMethod(int i) {...}
public void someMethod(int i, String name) {...}
public void someMethod(String name, int i) {...}
public void someMethod(Livre l) {...}
```

Usage possible : valeur par défaut des paramètres

```
public void someMethod(int i, String name) {
   ...  traitement de someMethod
}
public void someMethod(int i) {
   someMethod(i,"valeur par défaut"); // invoque la méthode ci-dessus
}
```

- cas des constructeurs : un autre usage de `this`

```
public class AClass {
   public AClass(int i, String name) {
      ...  gestion de la construction d'une instance
   }
   public AClass(String name) {
      this(12, name); // appel du constructeur ci-dessus
   }
}
```

Pas sur les valeurs de retour

- Polymorphisme des valeurs de retour interdit (refusé à la compilation)

```
public int someMethod(String name) {...}
public String someMethod(String name) {...} // interdit  !!!

public String someMethod(String name, int i) {...}
                                  // autorisé car args différents
```

- problème d'ambiguïté

```
String stringRes = anObject.someMethod("abcdef");  // pas d'ambiguïté
int intRes = anObject.someMethod("abcdef");        //  ici

anObject.someMethod("abcdef");              // mais dans ce cas, si !
                                            // quelle méthode invoquée ?
```

Pas sur les valeurs de retour

- Polymorphisme des valeurs de retour interdit (refusé à la compilation)

```
public int someMethod(String name) {...}
public String someMethod(String name) {...} // interdit  !!!

public String someMethod(String name, int i) {...}
                                  // autorisé car args différents
```

- problème d'ambiguïté

```
String stringRes = anObject.someMethod("abcdef");  // pas d'ambiguïté
int intRes = anObject.someMethod("abcdef");        //  ici

anObject.someMethod("abcdef");           // mais dans ce cas, si !
                                         // quelle méthode invoquée ?
```

Polymorphisme des objets

première approche par les interfaces JAVA

- Un des "problèmes" principaux :
  ↪ Quels messages sont acceptés par les objets ?
  ↪ Quelles interfaces publiques pour leurs classes ?

Abstraction

- Des objets de natures très différentes peuvent parfois subir les mêmes traitements
  ↪ càd répondre aux mêmes envois de messages
  ↪ càd avoir une **partie** de leur interface commune
- Pouvoir les traiter globalement en ne considérant que leur interface commune
  ↪ projection de leur interface sur la partie commune
  ↪ projection sur une restriction de leur type.

Exemple

Vie quotidienne

- Papiers, bouteilles, piles électriques, Cageots, etc. sont des objets **différents**, ayant des comportements différents
- mais sont tous *recyclables*
  ↪ on peut tous leur appliquer le traitement de *recyclage* (même si processus différents)
  On peut : “recycler tous les objets d’une poubelle”

Programmation

- `Paper`, `Bottle`, `Battery`, `Crate`, etc;
  sont des classes d’objets différentes, càd ayant des interfaces différentes
- toutes leurs instances répondent à l’envoi de message `recycle()` (réponse adaptée à chacune)

Exemple

Vie quotidienne

- Papiers, bouteilles, piles électriques, Cageots, etc. sont des objets **différents**, ayant des comportements différents
- mais sont tous *recyclables*
  ↪ on peut tous leur appliquer le traitement de *recyclage* (même si processus différents)
  On peut : “recycler tous les objets d’une poubelle”

Programmation

- `Paper`, `Bottle`, `Battery`, `Crate`, etc;
  sont des classes d’objets différentes, càd ayant des interfaces différentes
- toutes leurs instances répondent à l’envoi de message `recycle()` (réponse adaptée à chacune)

- Peut on, et comment, coder :

```
for (int i = 0; i< trashcan.length; i++) {
   trashcan[i].recycle();
}
```

- Quelle est la définition du tableau `trashcan` ?
- Quel est le type de ses éléments ?

Propositions ?

1. Si on a : `Paper[] trashcan = new Paper[12];`
   ↪ alors le compilateur refuse : `trashcan[3] = new Battery();`
2. Définir une classe `RecyclableObject` pour définir tous les objets ?
   `RecyclableObject[] trashcan = new RecyclableObject[12];`
   ↪ comment dans ce cas prendre en compte les traitements de `recycle()` différenciés de `Paper` et `Bottle`.

- Peut on, et comment, coder :

```
for (int i = 0; i< trashcan.length; i++) {
   trashcan[i].recycle();
}
```

- Quelle est la définition du tableau `trashcan` ?
- Quel est le type de ses éléments ?

Propositions ?

1. Si on a : `Paper[] trashcan = new Paper[12];`
   ↪ alors le compilateur refuse : `trashcan[3] = new Battery();`
2. Définir une classe `RecyclableObject` pour définir tous les objets ?
   `RecyclableObject[] trashcan = new RecyclableObject[12];`
   ↪ comment dans ce cas prendre en compte les traitements de `recycle()` différenciés de `Paper` et `Bottle`.

- Peut on, et comment, coder :

```
for (int i = 0; i< trashcan.length; i++) {
   trashcan[i].recycle();
}
```

- Quelle est la définition du tableau `trashcan` ?
- Quel est le type de ses éléments ?

Propositions ?

1. Si on a : `Paper[] trashcan = new Paper[12];`
   ↪ alors le compilateur refuse : `trashcan[3] = new Battery();`
2. Définir une classe `RecyclableObject` pour définir tous les objets ?
   `RecyclableObject[] trashcan = new RecyclableObject[12];`
   ↪ comment dans ce cas prendre en compte les traitements de `recycle()` différenciés de `Paper` et `Bottle`.

Solution

mixer les 2 propositions !

- il faut conserver les classes différenciées `Paper`, `Bottle`, etc.
- il faut pouvoir considérer leurs instances comme des objets
  "*obéissant à l'envoi de message* `recycle()`"
- il faut alors pouvoir traiter les objets sans les différencier par leur classe

Projeter les objets sur le type
"*obéissant à l'envoi de message* `recycle()`"

ne considérer qu'une **facette** de l'objet

Solution JAVA : interface

- En JAVA, on appelle **interface**, un ensemble de déclarations de signatures de méthodes publiques.
- Une classe peut **implémenter** une interface, dans ce cas elle **doit** définir un comportement pour **chacune** des méthodes qui y sont définies.
- Les instances de la classe pourront alors être vues comme **étant du type de l'interface** et manipulées comme telles, et initialiser une référence de ce type/
- Une telle référence n'accepte dans ce cas **que les** envois de message acceptés/définis dans l'interface

Interface = type

(car définit des envois de messages)

Solution JAVA : interface

- En JAVA, on appelle **interface**, un ensemble de déclarations de signatures de méthodes publiques.
- Une classe peut **implémenter** une interface, dans ce cas elle **doit** définir un comportement pour **chacune** des méthodes qui y sont définies.
- Les instances de la classe pourront alors être vues comme **étant du type de l'interface** et manipulées comme telles, et initialiser une référence de ce type/
- Une telle référence n'accepte dans ce cas **que les** envois de message acceptés/définis dans l'interface

Interface = type

(car définit des envois de messages)

Solution JAVA : interface

- En JAVA, on appelle **interface**, un ensemble de déclarations de signatures de méthodes publiques.
- Une classe peut **implémenter** une interface, dans ce cas elle **doit** définir un comportement pour **chacune** des méthodes qui y sont définies.
- Les instances de la classe pourront alors être vues comme **étant du type de l'interface** et manipulées comme telles, et initialiser une référence de ce type/
- Une telle référence n'accepte dans ce cas **que les** envois de message acceptés/définis dans l'interface

Interface = type

(car définit des envois de messages)

Solution JAVA : interface

- En JAVA, on appelle **interface**, un ensemble de déclarations de signatures de méthodes publiques.
- Une classe peut **implémenter** une interface, dans ce cas elle **doit** définir un comportement pour **chacune** des méthodes qui y sont définies.
- Les instances de la classe pourront alors être vues comme **étant du type de l'interface** et manipulées comme telles, et initialiser une référence de ce type/
- Une telle référence n'accepte dans ce cas **que les** envois de message acceptés/définis dans l'interface

Interface = type

(car définit des envois de messages)

Solution JAVA : `interface`

```
public interface Recyclable {
   public void recycle();
} // Recyclable

public class Paper implements Recyclable {
   ...
   public void recycle() {
      System.out.println("recyclage papier");
   }
} // Paper

public class Bottle implements Recyclable {
   ...
   public void recycle() {
      System.out.println("recyclage bouteille");
   }
} // Bottle

...
Recyclable[] trashcan = new Recyclable[2];
trashcan[0] = new Paper();      // projection des instances
trashcan[1] = new Bottle();     // sur le ''type'' Recyclable
for (int i = 0; i< trashcan.length; i++) {
   trashcan[i].recycle();       // message indifférencié
}                               // mais traitement différent
```

```
+---trace--------------
| recyclage papier
| recyclage bouteille
+----------------------
```

Important

La référence n'est pas l'objet !

- Le type de la référence définit les envois de message autorisés.
- La classe de l'objet définit le traitement exécuté.

```
public interface Recyclable {
   public void recycle();
} // Recyclable

public class Paper implements Recyclable {
   public void dechire() { ... }
   public void recycle() {
      System.out.prilntln("recyclage papier");
   }
} // Paper

...
Paper p = new Paper();
p.dechire();          // ok
p.recycle();          // ok
Recycable r = p;      // ok :  p est aussi de type Recyclable :  2 références sur le même objet
r.recycle();          // ok :  code de recycle dans classe Paper exécuté
r.dechire();          // NON, envoi de message interdit sur type Recycable
```

- on peut faire avec une interface tout ce que l'on peut faire avec une classe (sauf création d'instances)

  ↪tous les deux des "types"

```
public void aMethod(Recyclable r) {
   ...  traitement en n'invoquant sur r que des méthodes de Recyclable
}
...
Recyclable aRecyclableObject = new Paper();
someObject.aMethod(aRecyclableObject);
someObject.aMethod(new Bottle());// projection automatique sur l'interface
```

- une classe peut implémenter plusieurs interfaces à la fois, elle doit dans ce cas implémenter un comportement pour chacune des méthodes de chaque interface.

```
public interface Flammable {
   public void burn();
} // Flammable
...
public class Paper implements Recyclable, Flammable {
   public void recycle() { ...  traitement }
   public void burn() { ...  traitement }
} // Paper
```

NB : attention au risque de conflits entre interfaces

(↪ appliquer mêmes règles que pour le polymorphisme de méthodes)

- on peut faire avec une interface tout ce que l'on peut faire avec une classe (sauf création d'instances)

  ↪tous les deux des "types"

```
public void aMethod(Recyclable r) {
   ...  traitement en n'invoquant sur r que des méthodes de Recyclable
}
...
Recyclable aRecyclableObject = new Paper();
someObject.aMethod(aRecyclableObject);
someObject.aMethod(new Bottle());// projection automatique sur l'interface
```

- une classe peut implémenter plusieurs interfaces à la fois, elle doit dans ce cas implémenter un comportement pour chacune des méthodes de chaque interface.

```
public interface Flammable {
   public void burn();
} // Flammable
...
public class Paper implements Recyclable, Flammable {
   public void recycle() { ...  traitement }
   public void burn() { ...  traitement }
} // Paper
```

NB : attention au risque de conflits entre interfaces

(↪ appliquer mêmes règles que pour le polymorphisme de méthodes)

Comment ça marche ?

```
Recyclable[] trashcan = new Recyclable[2];
trashcan[0] = new Paper();      // projection des instances
trashcan[1] = new Bottle();     // sur le ''type'' Recyclable
for (int i = 0; i< trashcan.length; i++) {
   trashcan[i].recycle();       // traitement indifférencié
}
```

```
+--------------------
| recyclage papier
| recyclage bouteille
+-------------------
```

Comment la “bonne” méthode est-elle appelée ?

Late-binding et early binding

early binding compilateur génère un appel à une fonction en particulier et le code appelé est précisément déterminé lors de l’édition de liens

late binding (POO) le code appelé lors de l’envoi d’un message à un objet n’est déterminé qu’au moment de l’exécution (run time)
↪ le compilateur ne vérifie que l’acceptation du message et la validité des types d’arguments et de retour.

Objets polymorphes

- Les objets peuvent être vus/considérés comme des instances de leur classe... mais aussi comme étant du type de chacune des interfaces implémentées par la classe.
- objets peuvent considérés selon leurs différentes facettes `Object`

interface = contrat à respecter

par des objets afin d'en permettre une exploitation quelle que soit leur classe

- NB : tous les objets peuvent être vus selon la facette de la classe

Cast (= “fondre/mouler”)

Transtypage

Une référence n’a qu’un seul type, un objet peut en avoir plusieurs.
“caster”/transtyper : à partir d’une référence sur un objet, en créer **une autre** d’un **autre type**, vers le **même objet**.

UpCast changer vers une classe moins spécifique (toujours possible vers `Object`) : **généralisation**

- naturel et implicite,
- vérifié à la compilation,
- “safe”.

DownCast changer vers une classe plus spécifique **spécialisation**

- explicite,
- vérifié à l’exécution,
- à risque.

Illustration

```
Recyclable[] trashcan = new Recyclable[2];
trashcan[0] = new Paper();          // upcast                    (Paper ⟶ Recyclable)
trashcan[1] = new Bottle();         // implicite                 (Paper ⟶ Recyclable)
for (int i = 0; i< trashcan.length; i++) {
  ((Paper) trashcan[i]).burn();     // downcast explicite        (Recyclable⟶ Paper)
}                                   // erreur à l'exécution qd i=1
```

Cast et types primitifs

tous les cast sont possibles !
(sauf avec `boolean`)

- perte d'information possible (narrowing conversion), si le type d'arrivée est "plus petit"
- pour `byte`, `char`, `short`, tous les opérateurs arithmétiques retournent un `int`, il est donc nécessaire de "caster" le résultat vers le type souhaité

```
short s1 = 12;
short s2 = 25;
short s3 = (short) s1+s2;
```

Retour sur types énumérés

les `enum` implémente l'interface `java.lang.Comparable`

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

où **`T`** représente le type des éléments à comparer

Pour le type énuméré `Saison`, `T` vaut `Saison`, on a donc la méthode :

```
public int compareTo(Saison o)
```

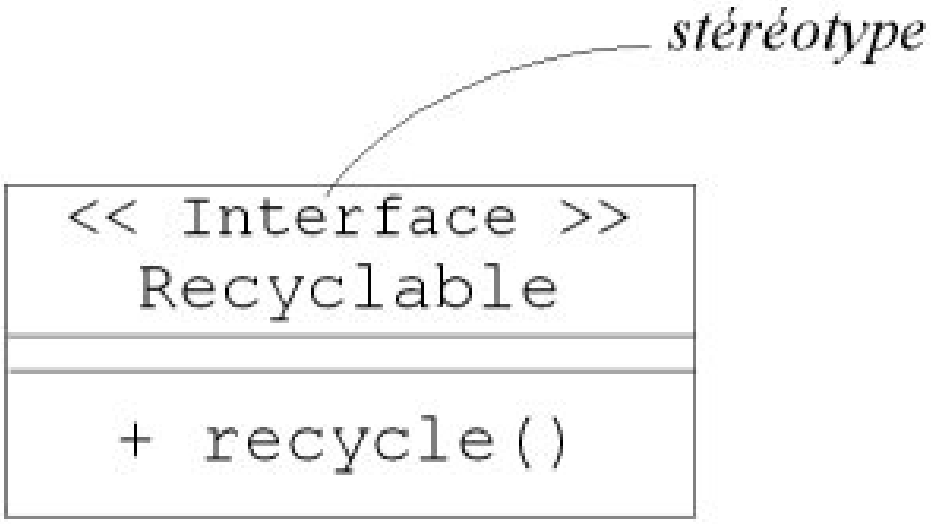
L'`enum Saison` correspond donc à la classe

```
public class Saison implements Comparable<Saison> {
   ...  // voir cours précédent
   public int compareTo(Saison o) {
      return this.ordinal() - o.ordinal();
   }
}
```

en java $\leq$ 1.4, le "`T`" n'existe pas et doit être remplacé par `Object` :

```
public class Saison implements Comparable {
   ...  // voir cours précédent
   // pour satisfaire l'interface comparable
   public int compareTo(Object o) {
      if (o instanceof Saison) {
         Saison lAutre = (Saison) o;
         return this.ordinal() - lAutre.ordinal();
      } else {
          throw new ClassCastException("argument should be a Saison"); // voir plus tard
      }
   }
} // Saison
```

Notations UML : interface



UML : implémentation