Classe Interne, Anonyme & Enumération

Rémi Forax
forax@univ-mlv.fr

Rappel

- Il existe deux formes de type abstrait en Java
  - Les interfaces
  - Les classes abstraites
- Les classes internes, anonymes et les énumérations sont des types permettant de définir facilement des type concrets implantant ces types abstraits

Classe internes

- Il existe quatre sortes de classes internes :
  - Les classes interne statique de classe
  - Les *inner-class* de classe
  - Les classes internes de méthode
  - Les classes anonymes de méthode

Classe internes

```
public class A {
  public static class B {
  }
}
```

Classe interne statique de classe

```
public class A {
  public void m() {
    class B {
    }
  }
}
```

Classe interne de méthode

```
public class A {
  public class B {
  }
}
```

Inner-class de classe

```
public class A {
  public void m() {
    new Object() {
      ...
    };
  }
}
```

Classe anonyme de méthode

Rapport avec le C

- Une classe interne est complètement différente d'une sous-structure en C
  - En C, les sous-structures sont toutes instanciées en **même temps** que la structure englobante
  - En Java, les classes internes sont instanciées **séparemment**. Les objets de la classes interne peuvent avoir une **référence sur la classe englobante**.

Classe Interne Statique

- Classe interne qui n'a pas besoin d'un objet de la classe englobante pour exister.
- Classe utile pour cacher des détails d'implantation

Visibilité de package

```
public class Coords {
  private final Pair[] array;

  public void add(int index,int x,int y) {
    array[index]=new Coords.Pair(x,y);
  }
  static class Pair {
    private final int x,y;
    ...
  }
}
```

Espace de nommage

- Le nom de la classe interne est **ClassEnglobante.ClassInterne**

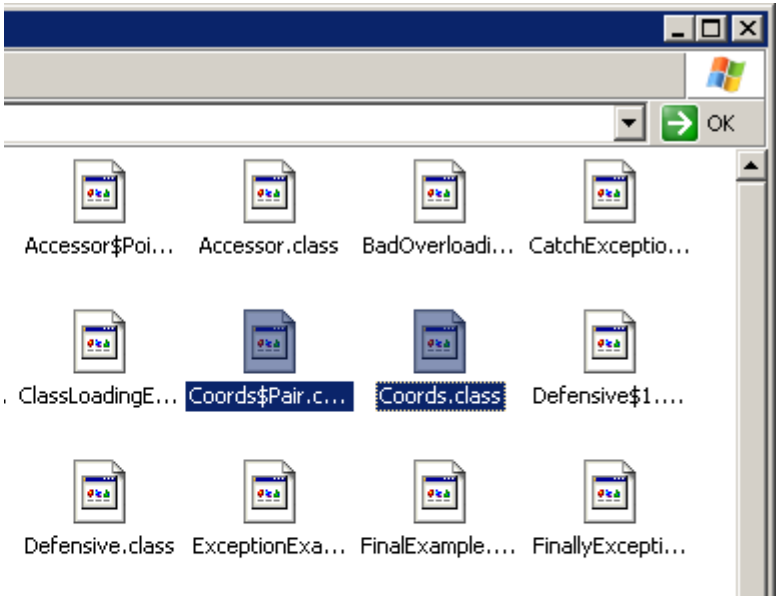
```
public class Coords {
  private final Pair[] array;

  public Pair add(int index,int x,int y) {
    return array[index]=new Pair(x,y);
    // return array[index]=new Coords.Pair(x,y);
  }
  public static class Pair {
    private final int x,y;
    ...
  }
}
```

```
  public static void main(String[] args) {
    Coords coords=new Coords(10);
    Coords.Pair pair=coords.add(0,1,2);
  }
```

Classe interne sur le disque

- Le compilateur génère deux classes différentes : Coords.class et Coords$Pair.class

- La machine virtuelle ne fait pas la différence entre une classe et une classe interne



Inner Class

- Classe interne qui à besoin d'un objet de la classe englobante pour exister.

```
public class Sequence {
  private final char[] array;
  public class Sub {
    private final int offset;
    private final int length;

    public char charAt(int index) {
      if (index<0 || index>=length)
        throw new IllegalArgumentException(...);
      return array[offset+index];
    }
  }
}
```

- Une *Inner Class* accède à un champs de l'**objet**.

Instantiation *d'Inner Class*

Instantiation d'une *inner class*

```
public class Sequence {
  private final char[] array;
  public Sequence(String s) {
    array=s.toCharArray();
  }
  public class Sub {
    private final int offset;
    private final int length;
    public Sub(int offset,int length) {
      this.offset=offset;
      this.length=length;
    }
    public char charAt(int index) {
      return array[offset+index];
    }
  }
}
```

Lors de la construction, une *inner class* doit être construite **sur** un objet de la classe englobante

```
Sequence s=new Sequence("toto");
Sub sub=s.new Sub(1,3);
System.out.println(sub.charAt(0));
```

Instantiation *d'Inner Class* (2)

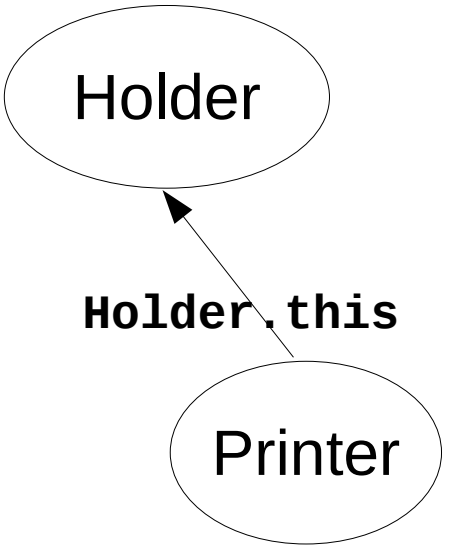
- A l'intérieur de la classe englobante, **this** est pris par défaut

```
public class Sequence {
  private final char[] array;

  public class Sub {
    public Sub(int offset,int length) {
    }
  }
  public Sub subsequence(int offset) {
    return new Sub(
      offset,array.length-offset);
    // return this.new Sub(...)
  }
}
```

Référence sur la classe englobante

- On souhaite obtenir une référence sur la classe englobante.

```
public class Holder {
  ...
  public void print() {
    System.out.println(this);
  }
  public class Printer {
    public void print() {
      System.out.println(this);
      System.out.println(Holder.this);
    }
  }
}
```



- référence: **`OuterClass.this`**

this et inner class

- Une inner-class possède une référence sur le **this** de sa classe englobante
  (ici **Holder.this**)

```
Holder h1=new Holder();

System.out.println(h1);
h1.print();

Holder.Printer p=
  h1.new Printer();
p.print();
```

```
public class Holder {
  public void print() {
    System.out.println(this);
  }
  public class Printer {
    public void print() {
      System.out.println(this);
      System.out.println(Holder.this);
    }
  }
}
```

Génération par le compilateur

- Le compilateur ajoute un champs vers la classe englobante et change l'appel au constructeur

```
Holder h1=new Holder();

System.out.println(h1);
h1.print();

Holder$Printer p=
  new Holder$Printer(h1);
p.print();
```

```
public class Holder {
  public void print() {
    System.out.println(this);
  }
}
public class Holder$Printer {
  private final Holder this$0;
  public Holder$Printer(Holder this$0) {
    this.this$0=this$0;
  }
  public void print() {
    System.out.println(this);
    System.out.println(this$0);
  }
}
```

Code généré

Inner-class et membre statique

- Il est interdit de déclarer des membres statiques à l'intérieur d'une inner-class

```
public class A {
  public class B {
    static void m() { // illégal
    }
  }
}
```

```
public class A {
  public class B {
  }
  static void m() { // ok
  }
}
```

- Il est possible de déclarer ce membre dans la classe englobante.

Inner class en résumé

- Une inner class est donc une façon **raccourci** d'écrire une classe ayant une **référence** sur une **classe englobante**

- L'inner class à donc accès à l'ensemble des membres de la classes englobante (champs, méthode, autre classes internes)

Interface interne

- Il est possible de définir des interfaces à l'intérieurs de classe ou d'interface

```
public class MyClass {
  public interface I { // interface interne statique
  }
}
public interface MyInterface {
  public class A {    // classe interne statique
  }
}
```

- Une interface interne est toujours statique
- Une classe interne d'interface est toujours statique

Visibilité

- Les classes internes et inner-class de classe ont une visibilité car ce sont des membres de la classe englobante
- Le constructeur par défaut de cette classe possède la même visibilité

```
public class Coords {
  private static class Pair {
    // le compilateur génère un constructeur privé
  }
}
```

Accès et visibilité

- Une classe englobante à accès à **tous** les membres de sa classe interne (même privés)
- Une classe interne **statique** à accès à **tous** les membres **statique** d'une classe englobante
- Une inner-class à accès à **tous** les membres d'une classe englobante

Exemple d'accès

- La classe englobante **Coords** à accès au champs privée de la classe interne statique **Pair** car ceux-ci sont situé dans le même fichier.

```
public class Coords {
  private final Pair[] array;
  ...
  public int getX(int index) {
    return array[index].x; // accès à x
  }
  private static class Pair {
    private final int x,y;
    ...
  }
}
```

Accès et visibilité

- Il n'y donc pas de **private** entre classe englobante et class interne
- Problème car pour la VM, les deux classes sont indépendantes
- Solution :
  Le compilateur génére des méthodes d'accès pour éviter les violations de visibilité.
  On parle d'**accessseur synthétique**.

Accesseurs générés

- La méthode synthétique permet **access$0** d'accéder au champ privé **x**.

```
public class Coords {
  private final Pair[] array;
  public int getX(int index) {
    return access$0(array[index]);
  }
  private static class Pair {
    private final int x,y;
    static int access$0(Pair pair) {
      return pair.x;
    }
  }
}
```

```
$ javap -private -classpath classes Coords$Pair
class Coords$Pair extends java.lang.Object{
    private final int x;
    private final int y;
    public Coords$Pair(int, int);
    static int access$0(Coords$Pair);
}
```

Accesseurs sur le constructeur

- Le compilateur génère aussi un accesseur pour les constructeurs
  (avec une astuce pour éviter le clash)

```
public class Holder {
  public Printer createPrinter() {
    return this.new Printer();
  }
  private class Printer {
  }
}
```

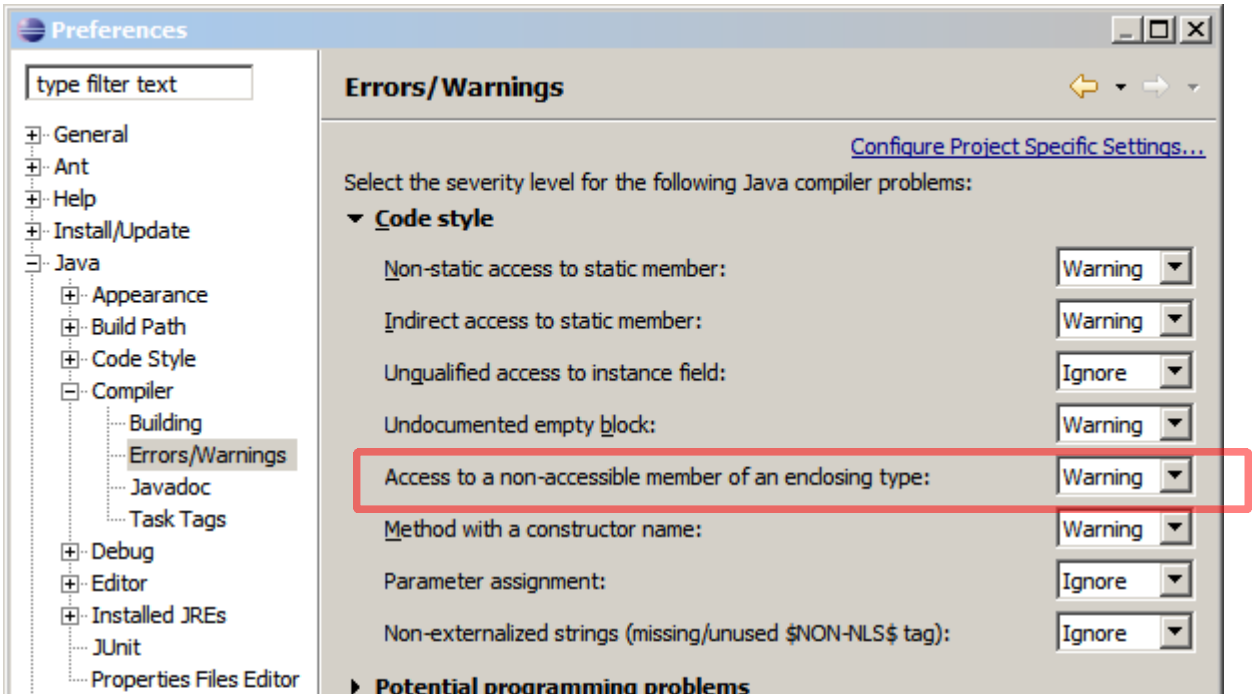
```
public class Holder {
  public Printer createPrinter() {
    return new Holder$Printer(this,null);
  } }
class Holder$Printer {
  final Holder this$0;
  private Holder$Printer(Holder h) {
    this.this$0=h; super(); }
  Holder$Printer(Holder h, Holder$Printer notUsed) {
    this(h); };
}
```

Classe interne et accesseur

- La VM ne connait pas les classes internes :donc génération par le compilateur de code supplémentaire (access$...)
- Inconvénients :
  - Bytecode plus gros
  - Code un peu plus lent
    (en fait, pas d'impact car VM effectue inlining)
- Conseil : éviter la génération d'accesseurs

Dans eclipse

- On peut régler le compilateur pour qu'il emette un warning dans ces cas



Classes anonymes

- Permet de **déclarer** une classe et de **créer** un objet de celle-ci en une expression.
- La classe anonyme est un sous-type d'une interface ou d'une classe abstraite ou concrète
- Syntaxe :

```
Type var=new Type(param1,param2...) {
  //définition de membres
  //(méthode/champs/classe)
};
```

Classe Anonyme

- Il est possible d'implanter une interface sans donner de nom à la classe

```
interface Filter {
  boolean accept(File file);
}
public class Test {
  public File[] subDirectories(File directory) {
    directory.listFiles(new Filter() {
      public boolean accept(File file) {
        return file.isDirectory();
      }
    });
  }
}
```

- Ici, on crée un objet d'une classe implantant l'interface Filter

Classe anonyme de classe

- On crée une sous-classe de BinOp anonyme

```
public abstract class BinOp {
  public BinOp(int v1,int v2) {
    this.v1=v1; this.v2=v2;
  }
  abstract int eval();
  int v1,v2;
}
public class OperatorFactory {
  public static BinOp plus(int e1,int e2) {
    return new BinOp(e1,e2) {
      int eval() {
        return v1+v2;
      }
    };
  }
}
```

Variable locale et classe anonyme

- La valeur des variables locales constantes est disponible dans la classe anonyme

```
interface Operation {
  int eval();
}
public class OperatorFactory {
  public static Operation plus(final int e1,final int e2) {
    return new Operation() {
      @Override public int eval() {
        return e1+e2;
      }
    };
  }
}
```

- Les variables doivent être déclarées **final** car le compilateur effectue **une copie** lors de la création de la classe anonyme

Variable locale et classe anonyme

- Le compilateur génère la classe correspondante
- Les variables locales sont recopiés dans des champs

```
public class OperatorFactory {
  public static Operation plus(final int e1,final int e2) {
    return new OperatorFactory$1(e1,e2);
}
class OperatorFactory$1 implements Operation {
  public OperatorFactory$1(int e1,int e2) {
    this.e1=e1;
    this.e2=e2;
  }
  @Override public int eval() {
    return e1+e2;
  }
  private final int e1;
  private final int e2;
}
```

Classe anonyme/Inner-class

- Comme les inner-class, les classes anonymes ont accès à tous les champs de la classe englobante

```
public class Sequence {
  private final char[] array;
  public int length() { return array.length; }
  public int get(int index) { return array[index]; }

  public Sequence sub(final int offset) {
    return new Sequence() {
      public int length() {
        return array.length-offset;
      }
      public int get(int index) {
        return array[offset+index];
      }
    }; } }
```

Classes anonymes & Limitation

- Au vu de la syntaxe, il est impossible de créer une classe anonyme :
  - Implantant plusieurs interfaces
  - Héritant d'une classe et implantant une interface
- Dans ces cas, il est toujours possible de déclarer une classe interne à une méthode

Les classes internes de méthode

- La classe interne est définie dans une méthode (pas utilisée souvent !)

```
public class Util {
  public static int getPrice(final Item item) {
    class Product {
      public Product() {
        this.name=item.getName();
      }
      public int price() {
        return StoreManager.getStoreByProduct(name).price(name);
      }
      private final String name;
    }
    return new Product().price();
  }
}
```

Classification

	interne statique de classe	Inner-class de classe	interne de méthode	anonyme de méthode
Modificateur de visibilité	X	X		
Accès à l'objet englobant		X	X	X
Accès aux variables locales finals			X	X
Sous-type de plusieurs types	X	X	X	

Type énuméré

- Un type énuméré est un type contenant un nombre fini de valeurs de ce type

- Exemple:
  jeux de cartes,
  options pour l'appel système open()

- En Java, les valeurs d'un type énuméré sont des objets

Enum en Java vs C

- En C, un enum est un int
- En Java, un enum est un type

- La syntaxe de Java est retro-compatible avec celle du C :
  enum OpenOption {READ, WRITE, READ_WRITE}

- En Java, un enum possède en plus,
  des constructeurs, méthodes, champs, classes internes, etc.

Valeur de l'énumération

- Les valeurs de l'énumération sont des champs public final static.
- Ils ont le type du type énuméré

```
public enum Option {
  l, a, v
}
...
public static void apply(Option... options) {
  for(Option option:options) {
    if (option == Option.l) {
      // long option
    } else {
      if (option == Option.a) {
        // all option
      } else {  //Option.v
        // verbose option
      }
    }
  }
}
```

Switch

- On peut faire un switch sur les valeurs d'une l'énumération
- Attention, il ne faut pas qualifier (pas de '.') les valeurs dans les cases

```
public static void apply(Option... options) {
  for(Option option:options) {
    switch(option) {
      case l:            // case Option.l ne compile pas !!
        // long option
        break;
      case a:
        // all option
        Break;
      case v:
        // verbose option
    }
  } }
```

Un type énuméré est un object

- Tous les types énumérés hérite de java.lang.Enum
- Ils possèdes donc deux méthodes :
  - int ordinal() qui renvoie leur position dans l'ordre de déclaration (à partir de zéro)
  - String name() qui renvoie leur nom

```
public enum Options {
  l, a, v
}
...
public static void main(String[] args) {
  assert Options.l.ordinal() == 0;
  assert Options.a.name().equals("a");
}
```

Membres d'un type énuméré

- Un type énuméré possède des mémbres : méthodes, champs, classes internes
- Les valeurs et les membres sont séparés par un ';'
- Avoir des enums mutable est pas une bonne idée

```
public enum Age {
  jeune, mure, agé, vieux, cadavérique;

  private int année;      // argh un accent

  public static void main(String[] args) {
    Age.jeune.année = 20;
    ...
  }
}
```

Enumération et champs static

- Les constructeurs ou initialiser ne peuvent accéder aux champs statiques (problème d'ordre d'initialisation)

```
public enum MyColor {
  RED, GREEN, BLUE;
  static final Map<String,MyColor> map=
    new HashMap<String,Color>();

  MyColor() {
    map.put(name(),this); // si c'était possible
                          // NullPointerException
  }
}
```

- Utiliser un bloc static (qui sera exécuté après l'initialisation des champs de l'enum)

Constructeur d'un type énuméré

- Un enum peut avoir des constructeurs
- Ils doivent être private ou de package
- Les parenthèses ne sont pas obligatoire pour appeler le constructeur sans paramètre

```
public enum Age {
  jeune, autreJeune(), mure(40), agé(60), vieux(80), cadavérique(999);

  private final int année;

  private Age() {
    this(20);
  }
  private Age(int année) {
    this.année=année;
  }
}
```

Méthodes générées

- Tous les types énumérés possèdent deux méthodes statiques générées par le compilateur
- *TypeEnuméré*[] **values**()
  renvoie une copie d'un tableau contenant toutes les valeurs de l'énumération dans l'ordre de déclaration
- *TypeEnuméré* **valueOf**(String name)
  renvoie la valeur de l'énumération dont le nom est name ou lève une exception IllegalArgumentException.

Exemple d'utilisation

```
import java.util.*;
import static Option.*;  // import static

public class Main {
  public static void main(String[] args) {
    Set<Option> set = EnumSet.noneOf(Option.class);

    for(Option opt:Option.values()) {
      if (opt==a) {  // ok, avec import static
        Collections.addAll(set, l, v);
      }
      else
        set.add(opt);
    }

    System.out.println(set);
  }
}
```

- Attention **values()** renvoie la copie d'un tableau à chaque appel

Exemple d'énumération

```
public enum Option {
  l, a, v;

  public static Option getOption(String s) {
    if (s.length()!=2 || s.charAt(0)!='-')
      return null;
    return Option.valueOf(s.substring(1));
  }

  public static void main(String[] args) {
    for(String s:args) {
      Option option=getOption(s);
      if (option!=null)
        System.out.println(option.name()+':'+option.ordinal());
    }
  }
  //java Option -a -v -l
  // a:1 v:2 l:0
}
```

Classe interne et enumération

- Une énumération ne peut être définie que dans un contexte statique (donc pas possible dans une *inner class)* ou dans une méthode

```
public class Myclass {
  class Inner {
    enum Arg {   // interdit
      toto
    }
  }
  void f() {
    enum Arg2 {  // interdit
      toto
    }
  }
}
```

Enumération et java.lang.Enum

- Les enums héritent de **java.lang.Enum**
- La class Enum est paramétré Enum<E extends Enum>, E est le type de l'énumération

```
public enum Option {
  l, a, v;

  public static void main(String[] args) {
    Option opt1=Option.l;
    Enum<Option> opt2=Option.a;
    Enum<?> opt3=Option.v;
  }
}
```

Enumération et héritage

- Le compilateur garantit que seules les enum hérite de java.lang.Enum.
  - Une classe ne peut hériter de Enum
  - Une classe ne peut hériter d'une enumération
  - Une énumération ne peut hériter d'une classe ou d'une énumération

```
public class A extends Enum { }        // erreur
public class A extends Option { }      // erreur
public enum Option extends A { }       // erreur
public enum Option2 extends Option { } // erreur
```

Valeur d'enum anonyme

- Il est possible d'ajouter du code spécifiqe à une valeur particulière d'un enum
- La syntaxe entre les { } est la même que pour les classes anonymes

```
public enum Option {
  l,
  a,
  v {
    @Override
    public String toString() {
     return "hello v";
    }
  };

  public static void main(String[] args) {
    System.out.println(Option.v); // hello v
  }
}
```

Valeur d'enum anonyme

- Le compilateur génère une classe anonyme !
- Noter que le constructeur n'est pas privé !

```
public class Option extends java.lang.Enum {
  Option(int ordinal, String name) {
    super(ordinal, name);
  }

  public static final Option l = new Option(0, "l");
  public static final Option a = new Option(1, "a");
  public static final Option v = new Option(2, "v") {
    @Override
    public String toString() {
     return "hello v";
    }
  };

  public static void main(String[] args) {
    System.out.println(Option.v); // hello v
  } }
```

Enumération et Initialisation

- Il n'est pas possible de déclarer un constructeur pour un champs spécifique d'une énumération

```
public enum MyEnum {
  max {
   max() {   // erreur, considérée comme
   }         // une méthode pas un constructeur
   int f() { // ok
     return 3;
   }
  },
  min
}
```

- Les contraintes sont les mêmes que pour les classes anonymes

Enumération et Initialisation (2)

- Les membres d'une énumération peuvent déclarés un bloc d'initilisation

```
public enum EnumInitBlock {
  max {
   {
     this.value=3;
   }
   @Override public String toString() {
     return Integer.toString(this.value);
   }
  };
  {
    value=2;
  }
  int value;
  public static void main(String[] args) {
    System.out.println(max); // 3
  }
}
```

Methode non atteignable

- La valeur d'une enum anonyme est typé par le type énuméré
- Dans l'exemple Option.v est de type Option, donc on ne peut pas appeler f().

```
public enum Option {
  l,
  a,
  v {
    void f() {
      // inatteignable
    }
  };
}
```

Enumération abstraite

- Une énumération peut être abstraite (mieux que le switch)

```
public enum Option {
  l {
   public void performs() {
     System.out.println("long");
   }
  }, a {
   public void performs() {
     System.out.println("all");
   }
  }, v {
   public void performs() {
     System.out.println("verbose");
   }
  };

  public abstract void performs();
}
```

```
public static void performs(Set<Option> set) {
  for(Option option:set)
    option.performs();
  }
}
```

L'énumération ne doit pas être déclarée **abstract** !!

Enumération et interface

- Une énumération peut implanter une ou plusieurs interfaces

```
public interface Performer {
  public void performs();
}

public enum Option implements Performer {
  l {
   public void performs() {
     System.out.println("long");
   }
  },
  a {
   public void performs() {
     System.out.println("all");
   }
  };
}
```

Enumération résumé

- Les énumération en Java sont plus que des entiers (objet qui possède un **ordinal**())
- On peut faire un switch dessus
- On peut ajouter des champs, des méthodes
- On peut redéfinir des méthodes avec les enums abstraits