

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

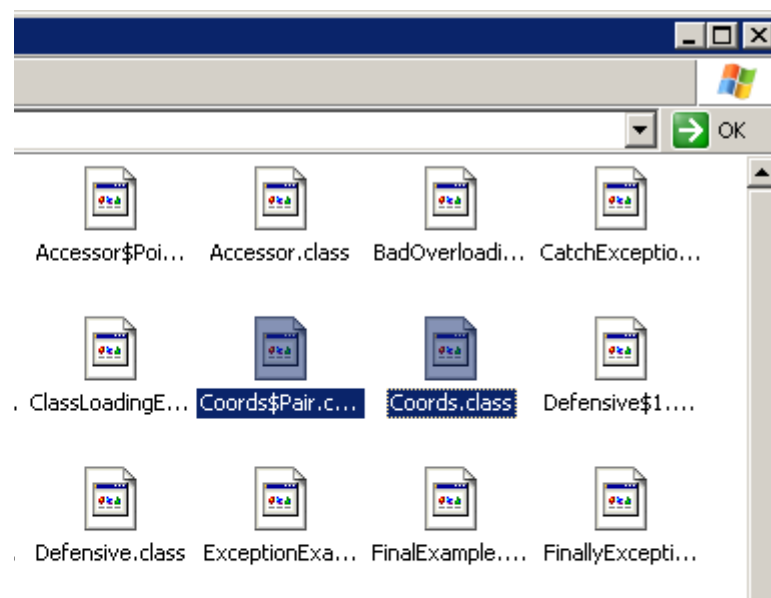
- Le nom de la classe interne est **ClassEnglobante.ClassInterne**

```
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)

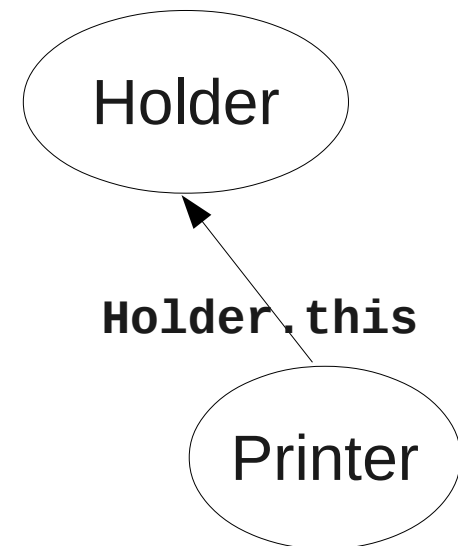
- A l'intérieur de la classe englobante, **this** est pris par défaut

```
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'intérieur 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 génère des méthodes d'accès pour éviter les violations de visibilité.
On parle d'**accesseur 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]);  
    }  
}
```

```
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 {  
    }  
}
```

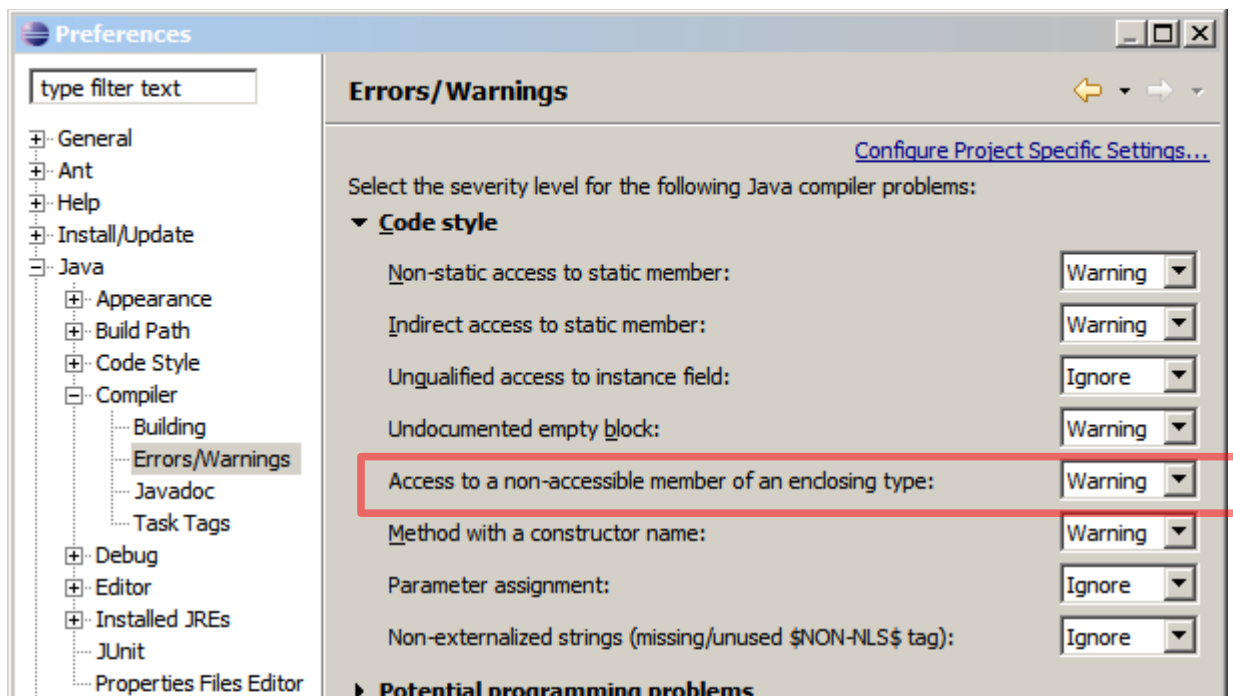
```
public class Holder {  
    public Printer createPrinter() {  
        return new Holder$Printer(this, null);  
    } }  
class Holder$Printer {  
    final Holder this$0;  
    private Holder$Printer(Holder h) {  
        this.this$0=h; super(); }  
    Holder$Printer(Holder h, Holder$Printer notUsed)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

Classe interne et accesseur

- La VM ne connaît 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 :
 - Implémentant plusieurs interfaces
 - Héritant d'une classe et implémentant 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 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 possèdent 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 membres : 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 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 énumération

- 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>>, 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 énumération
 - 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 spécifique à une valeur particulière d'un enum
- La syntaxe entre les { } est la même que pour les classes anonymes

```
public enum Option {  
    1,  
    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

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  
        }  
    };  
}
```

Énumération 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");  
        }  
    };  
}
```

Énumération 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