

Objet prédéfinis

Rémi Forax
forax@univ-mlv.fr

Plan

- `java.lang.Object`
- Les tableaux
- Chaîne de caractères
- Les wrappers

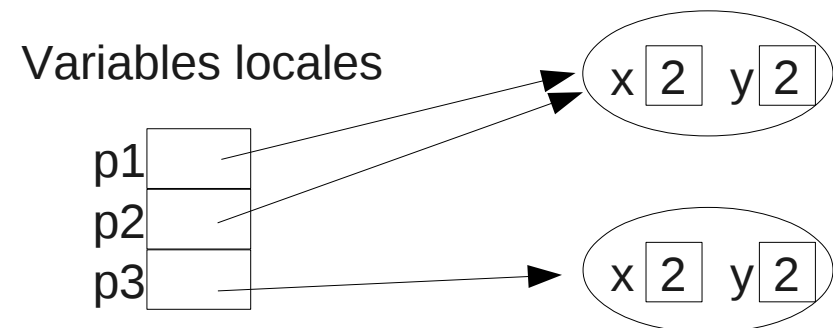
La classe Objet

- Classe mère de toutes les classes.
- Possède des méthodes de base qu'il est possible de redéfinir :
 - **toString()**
 - **equals() & hashCode()**
 - **getClass()**
 - **clone()**
 - **finalize()**

Tests d'égalité

- Les opérateurs de comparaison `==` et `!=` tests les valeurs des variables :
 - Pour les types primitifs, on test leurs valeurs
 - Pour les types objets, on test les valeurs leurs références

```
Point p1;  
p1=new Point(2,2);  
Point p2;  
p2=p1  
Point p3;  
p3=new Point(2,2);  
p1==p2; // true  
p1==p3; // false  
p2==p3; // false
```



La méthode equals()

- Il existe déjà une méthode equals(Object) dans Object
- Mais son implantation test les références

```
Point p1=new Point(2,2);  
Point p3=new Point(2,2);  
  
p1==p3;           // false  
p1.equals(p3);   // false
```

- Pour comparer structurellement deux objet, il faut changer (on dit **redéfinir**) le code de la méthode equals()

Redéfinir equals()

- Pourquoi equals ?
Car elle sert à cela.
- La plupart des classes de l'API redéfinissent la méthode equals

```
public class Point {  
    private final int x,y;  
    public Point(int x,int y) {  
        this.x=x;  
        this.y=y;  
    }  
    public boolean equals(Point p) {  
        return x==p.x && y==p.y;  
    }  
}
```

CELA NE MARCHE PAS !!!

Redéfinir equals()

```
Point p1=new Point(2,2);
Point p3=new Point(2,2);
p1==p3;           // false
p1.equals(p3);    // true
```

```
ArrayList points=new ArrayList();
points.add(p1);
points.contains(p3); // false
// pourtant contains utilise Object.equals(Object) ??
```

- La VM ne fait pas la liaison entre `Object.equals(Object)` et `Point.equals(Point)`

Redéfinir equals()

- Ce n'est pas le même equals(), car il n'y a pas eu de redéfinition mais une autre définition (on dit **surcharge**)

```
Point p1=new Point(2,2);
Point p3=new Point(2,2);
p1.equals(p3); // true : Point.equals(Point)

Object o1=p1;
Object o3=p3;
o1.equals(o3); // false : Object.equals(Object)
```

- Point possède deux méthodes equals (equals(Object) et equals(Point))

Redéfinir equals()

- Il faut définir equals() dans Point de telle façon qu'elle remplace equals de Object
- Pour cela equals doit avoir la même signature que equals(Object) de Object

```
public class Point {  
    private final int x,y;  
    public Point(int x,int y) {  
        this.x=x;  
        this.y=y;  
    }  
    public boolean equals(Object o) {  
        return x==p.x && y==p.y; // ce code ne marche plus  
    }  
}
```

Utiliser @Override

- @Override est une annotation qui demande au compilateur de vérifier que l'on redéfinie bien une méthode

```
public class Point {
    private final int x,y;
    public Point(int x,int y) {
        this.x=x;
        this.y=y;
    }
    @Override public boolean equals(Point p) {
        ...
    } // the method equals(Point p) in Point must override
      // a superclass method
}
```

Redéfinir equals

- On demande dynamiquement à voir une référence à Object comme à Point (car on le sait que c'est un Point)

```
public class Point {  
    ...  
    @Override public boolean equals(Object o) {  
        Point p=(Point)o; // ClassCastException si pas un Point  
        return x==p.x && y==p.y;  
    }  
}
```

- Mais equals doit renvoyer false si o n'est pas un Point et pas lever une CCE

Redéfinir equals

- On utilise instanceof qui renvoie vrai si une référence est d'un type particulier

```
public class Point {  
    ...  
    @Override public boolean equals(Object o) {  
        if (!(o instanceof Point)) // marche aussi avec null  
            return false;  
        Point p=(Point)o;  
        return x==p.x && y==p.y;  
    }  
}
```

- **null instanceof** WhatYouWant renvoie false

int hashCode()

- Renvoie un entier qui peut être utilisé comme valeur de hachage de l'objet
- Permet au objet d'être utiliser dans les tables de hachage

```
public class Point {  
    public Point(int x,int y) {  
        this.x=x;  
        this.y=y;  
    }  
    @Override public int hashCode() {  
        return x ^ Integer.rotateLeft(y,16);  
    }  
    @Override public boolean equals(Object o) {  
        ...  
    }  
}
```

hashcode et equals

- Tout objet redéfinissant **equals** doit redéfinir **hashCode** si l'objet doit être utilisé dans les **Collection** (donc tout le temps)
- **equals** et **hashCode** doivent vérifier
 - **equals** est symétrique, transitive, réflexive
 - `x.equals(y)` implique `x.hashCode() == y.hashCode()`

hashcode et equals

- Les valeurs de **hashcode** doivent de préférence être différentes pour les objets du programme
- **hashcode** doit être rapide à calculer (éventuellement précalculée).

String toString()

- Affiche un objet sous-forme textuelle.
- Cette méthode **doit** être utilisée que pour le débogage

```
public class MyInteger {
    public MyInteger(int value) {
        this.value=value;
    }
    public String toString() {
        return Integer.toString(value); // ou ""+value;
    }
    private final int value;
    public static void main(String[] args) {
        MyInteger myi=new MyInteger(3);
        System.out.println(myi); // appel toString()
    }
}
```

Class<?> getClass()

- Permet d'obtenir un objet Class représentant la classe d'un objet particulier
- Un objet Class est un objet qui correspond à la classe de l'objet à l'exécution

```
String s="toto";  
Object o="tutu";  
s.getClass()==o.getClass(); // true
```

- Cette méthode est **final**
- Il existe une règle spéciale du compilateur indiquant le type de retour de getClass().
(cf cours Reflection & Types Paramétrés)

.class, getClass() et instanceof

- **instanceof** test aussi les sous-classes

```
String s="toto";  
Class<?> StringClass=String.class;  
Class<?> CharSeqClass=CharSequence.class;  
  
s.getClass()==StringClass; // true  
s.getClass()==CharSeqClass; // false  
  
s instanceof String; // true  
s instanceof CharSequence; // true
```

- CharSequence est une superclass de String
- **String.class** correspond à la classe de String

Clonage

- Permet de dupliquer un objet
- Mécanisme pas super simple à comprendre :
 - clone() a une visibilité **protected**
 - clone() peut lever une exception **CloneNotSupportedException**
 - **Object.clone()** fait par défaut une copie de surface si l'objet implante l'interface **Cloneable**
 - L'interface **Cloneable** ne **définie pas** la méthode clone()

Exemple

```
public class MyInteger implements Cloneable { // nécessaire pour
    private final int value;                // appeler super.clone()

    public MyInteger(int value) {
        this.value = value;
    }

    @Override public MyInteger clone() {
        //return new MyInteger(value);      // Mal si héritage
        try {
            return (MyInteger)super.clone(); // shallow copy
        } catch(CloneNotSupportedException e) { // ne devrait pas arrivé
            throw (AssertionError)new AssertionError().initCause(e);
        }
    }

    public static void main(String[] args) {
        MyInteger i = new MyInteger(3);
        MyInteger j = i.clone();
        System.out.println(i == j);         // false
        System.out.println(i.equals(j));    // true
    }
}
```

Clone et copie défensive

- Cloner un objet avec des champs contenant des objets mutables
- On appelle **clone()** sur l'objet mutable

```
public class MyHolder implements Cloneable {
    private final Mutable mutable;
    public MyHolder(Mutable mutable) {
        this.mutable = mutable.clone();           // copie défensive
    }
    @Override public MyHolder clone() {
        MyHolder holder;
        try {
            holder = (MyHolder)super.clone();
        } catch(CloneNotSupportedException e) {
            throw new AssertionError(e.getMessage(), e); // autre façon
        }
        holder.mutable = this.mutable.clone();    // copie défensive
        return holder;
    }
}
```

void finalize()

- Méthode testamentaire qui est appelé juste avant que l'objet soit réclamé par le GC

```
public class FinalizedObject {
    protected @Override void finalize() {
        System.out.println("ahh, je meurs");
    }

    public static void main(String[] args) {
        FinalizedObject o=new FinalizedObject();
        o=null;
        System.gc(); // affiche ahh, je meurs
    }
}
```

- Cette méthode est **protected** et peut lever un **Throwable**

wait()/notify()

- **wait()** permet d'attendre sur le verrou associé à l'objet.
- **notify()** permet de libérer quelqu'un en attente sur le verrou associé à l'objet
- Pour plus d'infos, voir cours sur la concurrence

Les tableaux

- Il existe deux types de tableaux :
 - Les tableaux d'objets, héritant de `Object[]`, ils contiennent des références sur des objets
 - Les tableaux de types primitifs, héritant de `Object` ils contiennent des types primitifs
- Tous les tableaux implémentent les interfaces **Cloneable** et **Serializable**

Initialisation et accès

- Syntaxes d'initialisation :

```
new type[taille]
```

```
new type[]{valeur1,valeur2,...,valeurn-1}
```

```
double[] values=new double[5];  
int[] array=new int[]{2,3,4,5};
```

- [] permet d'accéder en lecture/écriture

```
values[0]=values[1]+2.0;  
values[2]=array[3];
```

- L'accès est protégé (pas de buffer overflow) et les tableaux sont tous mutables

Longueur et boucle

- Les tableaux sont utilisables dans une boucle **foreach**

```
long[] array=new int[]{2,3,4,5};  
for(long l:array)  
    System.out.print(l);
```

- **.length** sur un tableau permet d'obtenir sa taille

```
long[] array=new int[]{2,3,4,5};  
for(int i=0;i<array.length;i++)  
    System.out.print(array[i]);
```

CharSequence

- Représente une suite de caractère :
 - char **charAt**(int index)
retourne le n-ième caractère
 - int **length**()
retourne la taille de la chaîne
 - CharSequence **subSequence**(int start, int end)
retourne une sous-chaîne
 - String **toString**()
transforme en chaîne immuable

Les chaînes de caractères

- L'interface **CharSequence** est implémentée par les 4 classes
 - **String**, chaîne de caractère immuable
 - **StringBuilder**, buffer de caractère mutable et auto-expensif
 - **StringBuffer**, pareil que `StringBuilder` mais synchronisé
 - **CharBuffer**, buffer de caractères mutable de taille fixe qui peut être alloué par `malloc` (pratique pour `read/write` avec le système)

String

- Chaîne de caractère **immutable**
- Syntaxe “foo” crée un objet de la classe `java.lang.String`
- Concaténation avec +

```
public static void main(String[] args) {  
    String t = "toto";  
    String s = args[0] + t + args.length;  
    for(int i = 0; i < s.length(); i++) {  
        System.out.println(s.charAt(i));  
    }  
}
```

String constante

La VM utilise un même objet pour la même chaîne de caractères **littérale**

```
public static void main(String[] args) {  
    String s = "toto";  
    System.out.println(s == "toto"); // true  
  
    String t = new String(s);           // a ne pas utiliser  
    System.out.println(t == "toto"); // false  
  
    String u = new Scanner(System.in).next();  
    System.out.println(u == "toto"); // false  
}
```

Si les String sont constantes == suffit, sinon il faut utiliser equals

String.intern()

La méthode **intern()** permet de récupérer l'instance de String constante

```
public static void main(String[] args) {  
    String s="toto";  
    System.out.println(s=="toto"); // true  
  
    String t = new String(s);        // a ne pas utiliser  
    String u = t.intern();  
    System.out.println(u=="toto"); // true  
}
```

Switch sur les strings

Le switch sur un String est un switch sur le hashCode() + un equals()

```
public static void main(String[] args) {  
    switch(args[0]) {  
        case "-a":  
            ...  
            break;  
        ...  
        default:  
            ...  
    }  
}
```

```
public static void main(String[] args) {  
    String s = args[0];  
    switch(s.hashCode()) {  
        case 1492: // "-a".hashCode()  
            if (s.equals("-a")) {  
                ...  
                break;  
            }  
            goto default;  
        ...  
        default:  
            ...  
    }  
}
```

Traduction par le compilateur

Les méthodes de String

- Méthodes habituellement utilisées
 - toUpperCase()/toLowerCase()
 - equals()/equalsIgnoreCase()
 - compareTo()/compareToIgnoreCase()
 - startsWith()/endsWith()
 - indexOf()/lastIndexOf()
 - matches(regex)/split(regex)
 - trim()
 - format() [équivalent de sprintf]

StringBuilder

Equivalent mutable de **String**, possède un buffer de caractère qui s'agrandit tout seul

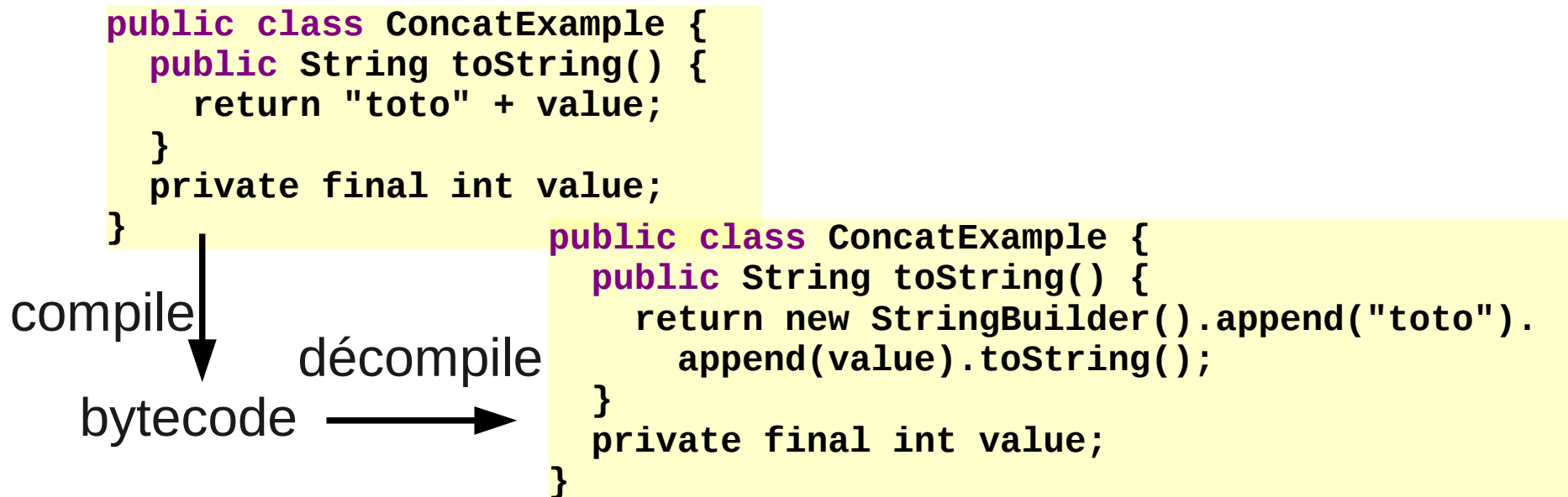
Est utilisé pour créer une chaîne de caractère qui sera après rendu immutable

```
public static void main(String[] args) {  
    StringBuilder builder=new StringBuilder();  
    for(String s:args)  
        builder.append(s).append(" ").append(s.length());  
    String result=builder.toString();  
    System.out.println(result);  
}
```

Les méthodes **append()** sont chaînables

La concaténation

Par défaut, le compilateur utilise un `StringBuilder` si l'on fait des `+` sur des `String`



Dans quels cas utiliser un **StringBuilder** alors ?

La concaténation (2)

Lorsqu'il y a une boucle

```
public static void main(String[] args) {  
    String result = "";  
    for(String s:args)  
        Result += s + " " + s.length();  
    System.out.println(result);  
}
```

```
public static void main(String[] args) {  
    String result = "";  
    for(String s:args) {  
        Result = new StringBuilder(result).append(s).  
            append(" ").append(s.length()).toString();  
    }  
    System.out.println(result);  
}
```

compile
↓
bytecode

décompile
→

Le code générer alloue un StringBuilder par tour de boucle, pas top :(

StringBuffer

- Possède la même implantation que StringBuilder mais est synchronisé par défaut
- Utilisé avant que StringBuilder existe, c-a-d avant la version 5.0 (1.5).
- Ne doit plus être utilisé sauf par compatibilité avec d'anciennes bibliothèques

java.nio.CharBuffer

- Correspond à un tableau de caractère de taille fixe ainsi qu'à deux pointeurs sur ce tableau
- Très pratique et rapide lors des opérations de lecture et écriture
- Cf cours sur les entrées/sorties

Type primitif et Objet

- Il existe des classes wrapper (enveloppes) qui permettent de voir un type primitif comme un objet

```
List list = ...  
Holder holder=new Holder();  
list.add(holder);
```

```
int i = 3;  
list.add(new Integer(i));
```

```
public class List {  
    public void add(Object o) {  
        ...  
    }  
}
```

- Cela permet de réutiliser un code marchant pour des objets avec des types primitifs

Les wrappers

- Un wrapper est juste un objet stockant un type primitif

```
public class Integer {  
    private final int value;  
    public Integer(int value) {  
        this.value=value;  
    }  
    ...  
}
```

- boolean -> Boolean, byte -> Byte
short -> Short, char -> Character,
int -> Integer, long -> Long,
float -> Float, double -> Double

Conversion type primitif/wrapper

- Les wrappers possèdent deux méthodes qui permettent de faire la conversion entre un type primitif et le wrapper
- ***Wrapper.valueOf(primitif)***

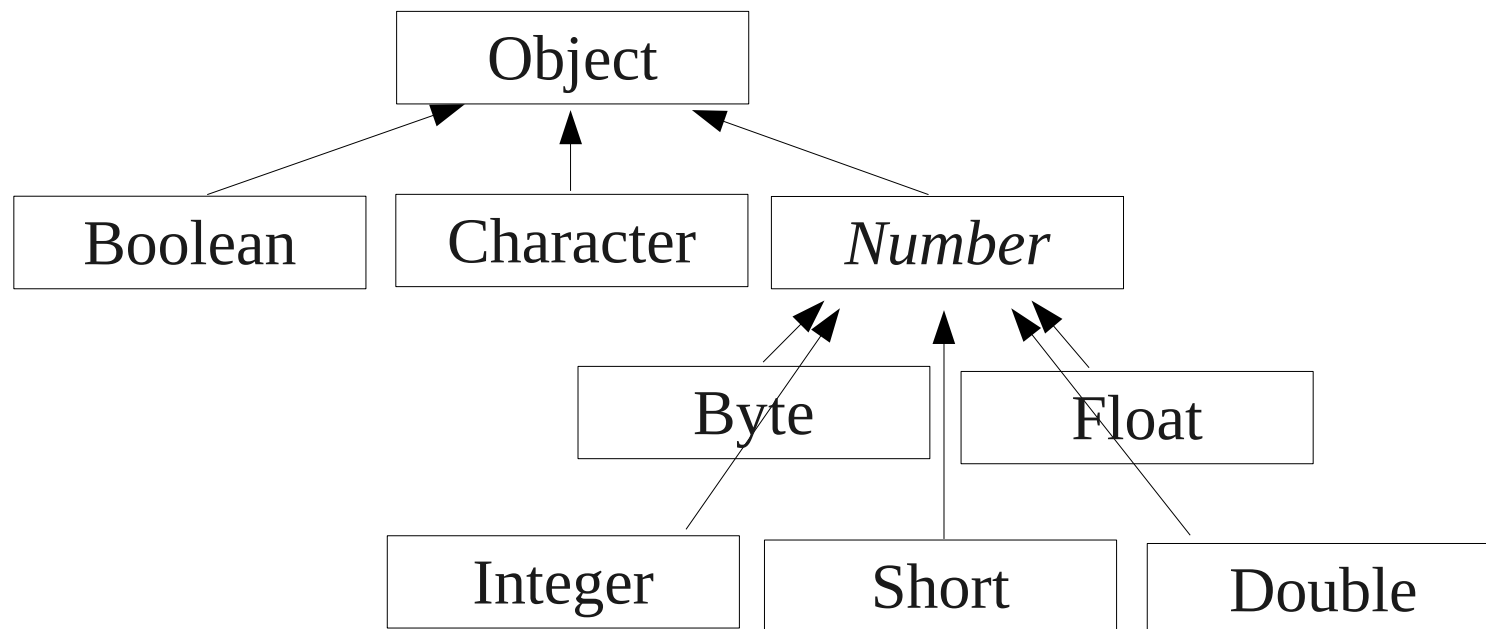
```
int value = 3;  
Integer i = Integer.valueOf(value);
```

- ***wrapper.primitifValue***

```
Integer value = ...  
int i = value.intValue();
```

Hiérarchie des wrappers

- Les relations de sous-typage entre les wrappers ne sont pas les mêmes que celles des types primitifs associés



Auto boxing/unboxing

- En fait, la conversion est automatique
- Auto-boxing :

```
int value = 3;  
Integer i = value;  
  
Object o = 3.0 // passage en Double
```

- Auto-unboxing :

```
Integer value = new Integer(3);  
  
int i = value;  
double d = value; // passage en int puis promotion en double
```

Auto boxing/unboxing (2)

- Les conversions de boxing/unboxing sont faites **avant** les conversions classiques mais pas **après**

```
int value = 3;
Integer bValue = value;

double d = bValue; // Integer -> int puis promotion en double

Double wd = value; // erreur pas de conversion Integer -> Double
                  // et pas possible de faire int -> double -> Double
Double wd = (double)value;
```

Appel de méthode

- Auto-boxing, unboxing s'applique aussi lors de l'appel de méthode
 - Sur les arguments
 - Sur la valeur de retour

```
List list=...  
list.add(3);  
  
int value=  
(Integer)list.get(0);
```

```
public class List {  
    public void add(Object o) {  
        ...  
    }  
    public Object get(int index) {  
        ...  
    }  
}
```

Opérateurs et auto[un]boxing

- De même que pour les méthodes, l'auto[un]boxing s'applique avec les opérateurs numériques <, <=, >=, >, &, |, ^, ~

```
Integer i = 235; // boxing
if (i > 4)      // unboxing
    System.out.println(i);

Integer j = 235; // boxing
if (i == j)     // false
                // compare les références !!!
    System.out.println("arg !");
```

- Il ne s'applique pas avec == et !=.

Boxing et cache

- Pour faire le boxing, on utilise la méthode *Wrapper.valueOf()* et non *new Wrapper()* pour permettre un partage des *wrappers*
- Pour les types **byte**, **short**, **char**, **int** et **long**, les valeurs entre **-128** et **127** sont mises dans un **cache**.

Boxing et cache (2)

- Donc, les *wrappers* posséderont la **même référence**

```
Long a = 17;
Long b = 17;

Integer i = 235;
Integer j = 235;

System.out.println(a == b); // true
System.out.println(i == j); // false ou true ?

b=new Long(17);
System.out.println(a == b); // false
```

- **Eviter les ==, != sur les *wrappers***

Unboxing et null

- Si la référence sur un wrapper est **null**, un unboxing provoque une exception **NullPointerException**

```
Integer i = null;
if (randomBoolean())
    i = 3;

int value = i; // risque de NPE
```

- Cette exception est **très dure** à trouver car on ne la voit pas dans le code source

Boxing et tableau

- Il n'y a pas de boxing/unboxing entre un tableau de type primitif et un tableau de wrapper

```
public class ArrayBoxing {
    public void sort(Object[] array) {
        ...
    }
    public static void main(String[] args) {
        int[] array = new int[]{2,3};
        sort(array); // sort(java.lang.Object[])
                    // cannot be applied to (int[])
    }
}
```