esial
ÉCOLE SUPÉRIEURE D'INFORMATIQUE ET APPLICATIONS DE LORRAINE

Nancy-Université
Université Henri Poincaré

1A – 2010 / 2011

# Programmation Orientée Objet

**1ère Partie : Introduction**

Gérald Oster
<oster@loria.fr>

# Présentation du module

- Objectifs :
  - Apprendre à programmer
  - Connaître les concepts fondamentaux des langages objets
  - Etudier et maîtriser un langage objet : Java

# Organisation pratique

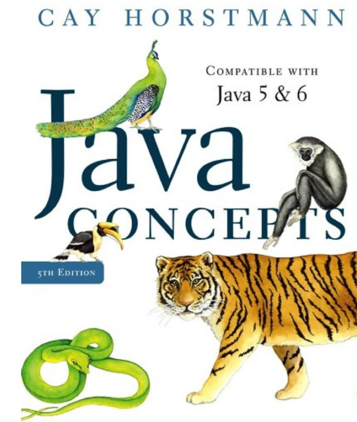
- 6 cours magistraux
- 9 séances de travaux dirigés
- 8 séance de travaux pratiques

http://twitter.com/

@POOatESIAL

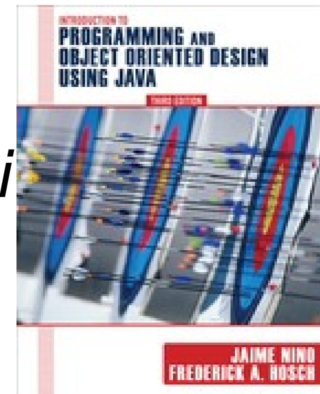
- Evaluation :
  - 1 examen sur table (4/12/2010)
  - 1 travail pratique (à planifier)
  - 1 projet (évaluation dans le module TOP)

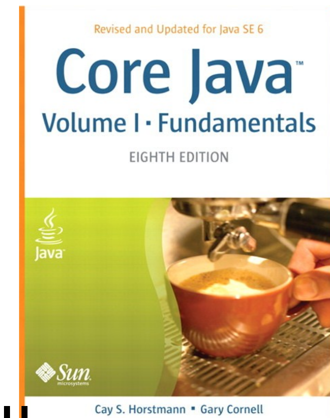
# Bibliographie





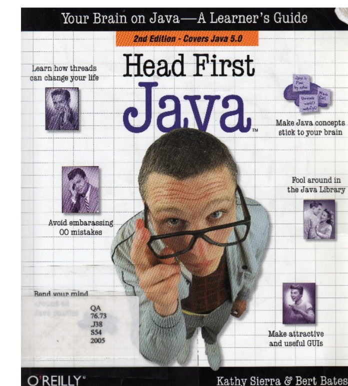
- *Big Java*,
  C. Horstmann, John Wiley & Sons.
- *Java Concepts*,
  C. Horstmann, John Wiley
- *Introduction to Programming and Object Oriented Design usi*
  J. Niño et F. A. Hosch



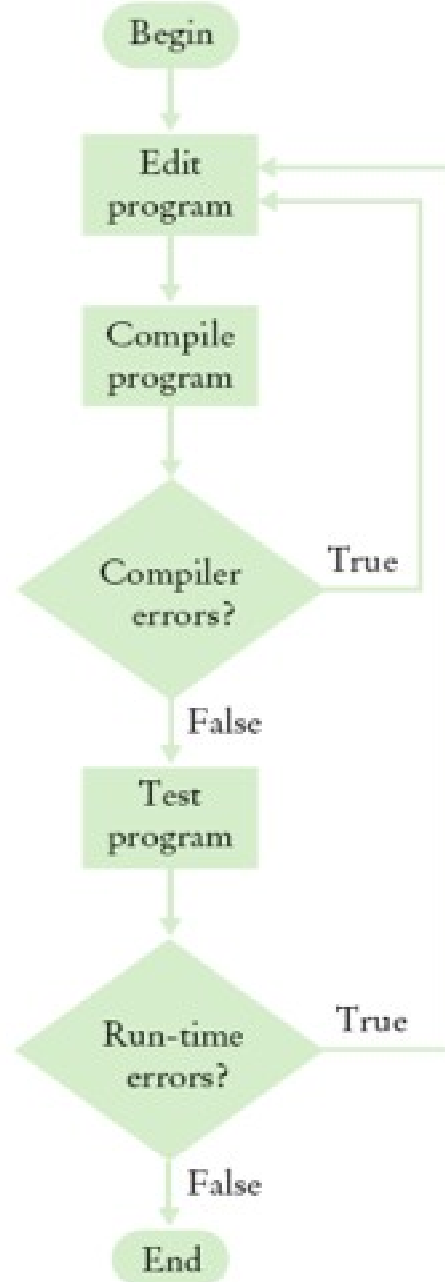
- *Core Java*,
  C. Horstmann et G. Cornell, Prentice-Hall.
- *Head First Java*,
  K. Sierra et B. Bates, O'Reilly.
- API disponible en ligne
  (http://java.sun.com/javase/6/docs/api/)

# Plan du cours

- Introduction
- Programmation orientée objet :
  - Classes, objets, encapsulation, composition
  - 1. Utilisation
  - 2. Définition
- Héritage et polymorphisme :
  - Interface, classe abstraite, liaison dynamique
- Généricité
- Collections

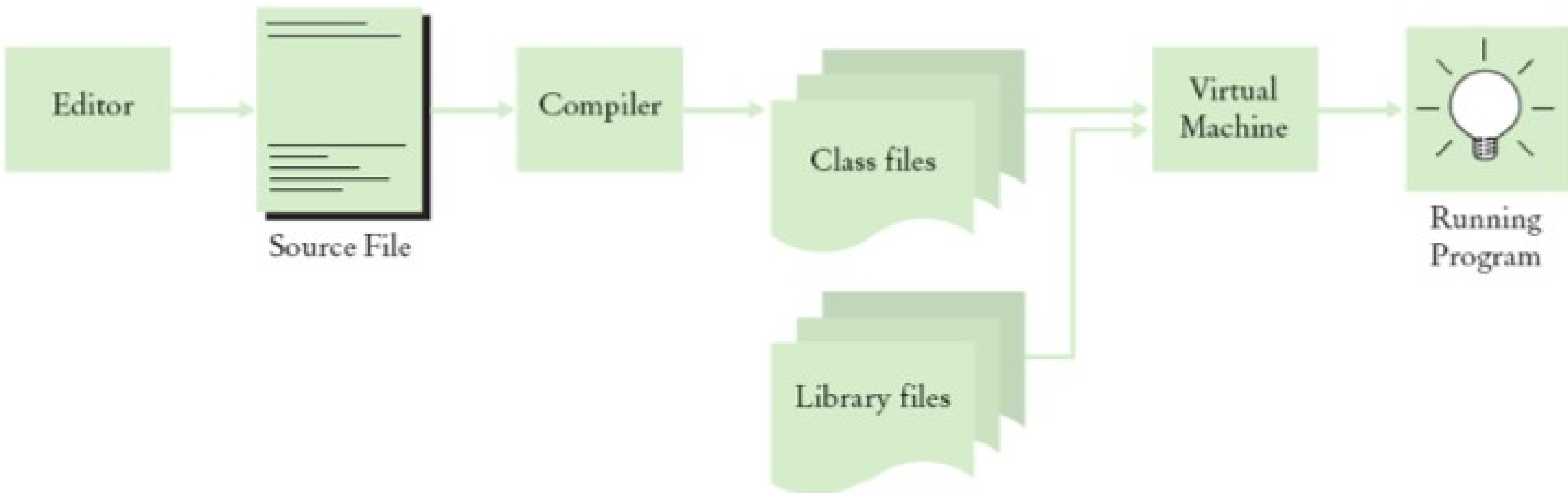
# Procédé de programmation



# Pourquoi Java ?

- Simplicité
- Correction
- Indépendance vis à vis de la plate-forme
  (*write once, run anywhere*)
- Une librairie très riche
- Conçu pour Internet ;-)

# Procédé de compilation



# Programmation Objet ? Kesako ?

- Programmation dirigée par les données et non par les traitements
- Les procédures/méthodes existent toujours, mais on se concentre :
  - d'abord, sur les entités à manipuler
  - ensuite, comment les manipuler
- Notion d'encapsulation :
  - les données et les procédures liées sont regroupées au sein d'une même entité
  - cacher le fonctionnement interne d'une entité

# 1ère Partie : Concepts et manipulations

# Types

- Chaque valeur/expression a un type
- Exemple :
  - `"bonjour"` : type `String` (chaîne de caractères)
  - `27` : type `int` (entier)
  - `‘x’` : type `char` (caractère)
  - `true` : type `boolean` (valeur booléenne)

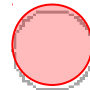
# Variables

- Variable :
  - Stocke une valeur
  - Peut être utilisée à la place de la valeur qu’elle stocke
- Définition d’une variable :

```
nomDuType nomVariable = valeur;
```

ou

```
nomDuType nomVariable;
```



opérateur d’affectation

- Par exemple :

```
String greeting = "Hello, Dave!";
```

# Variables : affectation

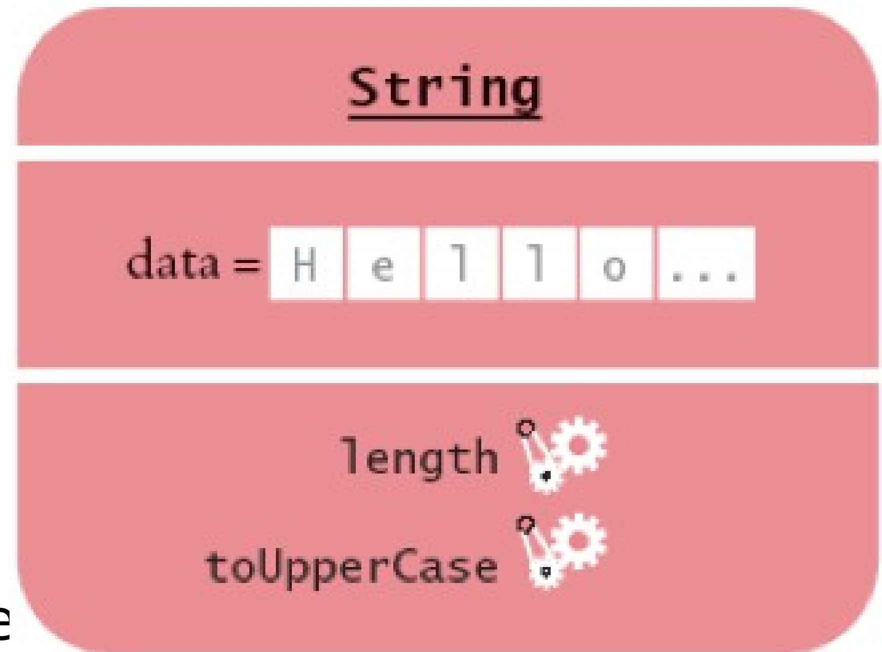
```
int luckyNumber = 13;   ❶
luckyNumber = 12;   ❷
```

❶ luckyNumber = 13

❷ luckyNumber = 12

# Objet

- Objet : une entité manipulée dans un programme (en appelant des méthodes)
- Un objet est caractérisé par :
  - Son identité :
    - Unicité
  - Son type
  - Son état :
    - valeurs des attributs à un moment donné
  - Son comportement :
    - ensemble des méthode



# Classe

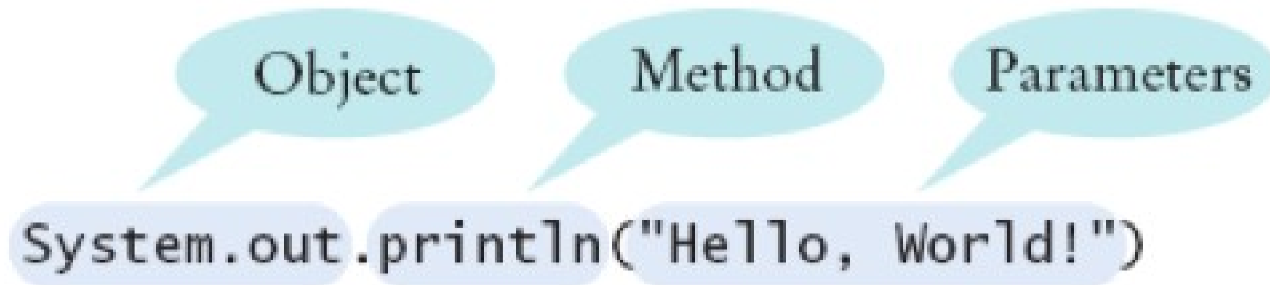
- Définition d'une famille d'objets ayant une même structure et un même comportement caractérisée par un nom
- Chaque objet appartient à une classe
- Permet d'instancier une multitude d'objets

- Convention d'écriture
  - `objetA : NomDeClasse`

# Méthode

- Méthode : séquence d’instructions qui accèdent aux données d’un objet
- On manipule des objets par des appels de ses méthodes

- Interfac
  - définie

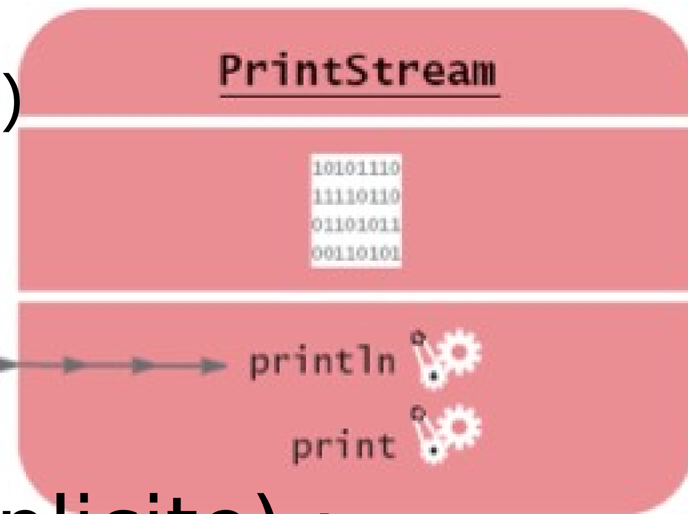


# Méthode /2

- La classe d'un objet détermine les méthodes que l'on peut appeler sur un objet
- `String greeting = "Hello, World! "`
- `length()` : compte le nb de caractères
- `int n = greeting.length(); // affecte 13 à n`
- `toUpperCase()` : crée un nouvel objet String dont les caractères sont en majuscules
- `String river = "Mississippi";`
- `String bigRiver = river.toUpperCase();//"MISSISSIPPI"`
- Quand on appelle une méthode sur un objet, toujours vérifier que cette méthode est définie dans la classe appropriée
- `System.out.length(); // This method call is an error`

# Paramètres explicites et receveur

- Paramètre (paramètre explicite) :
  - données en entrée d'une méthode
  - certaines méthodes n'ont pas de paramètres explicites
- `System.out.println(`**`greeting`**`)`
  `greeting.length()`

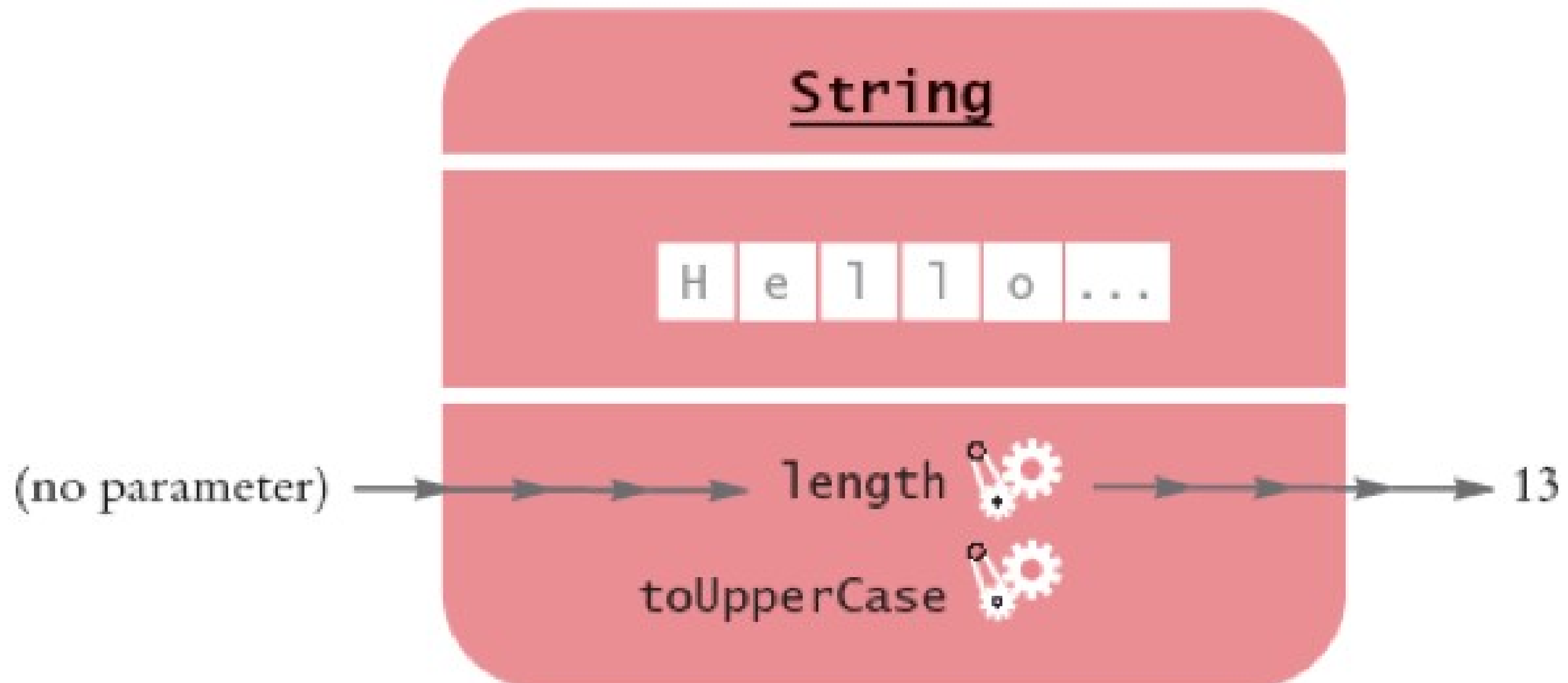



- Receveur (paramètre implicite) :
  - objet sur lequel on invoque la méthode
- **`System.out`**`.println(greeting)`

# Valeur de retour

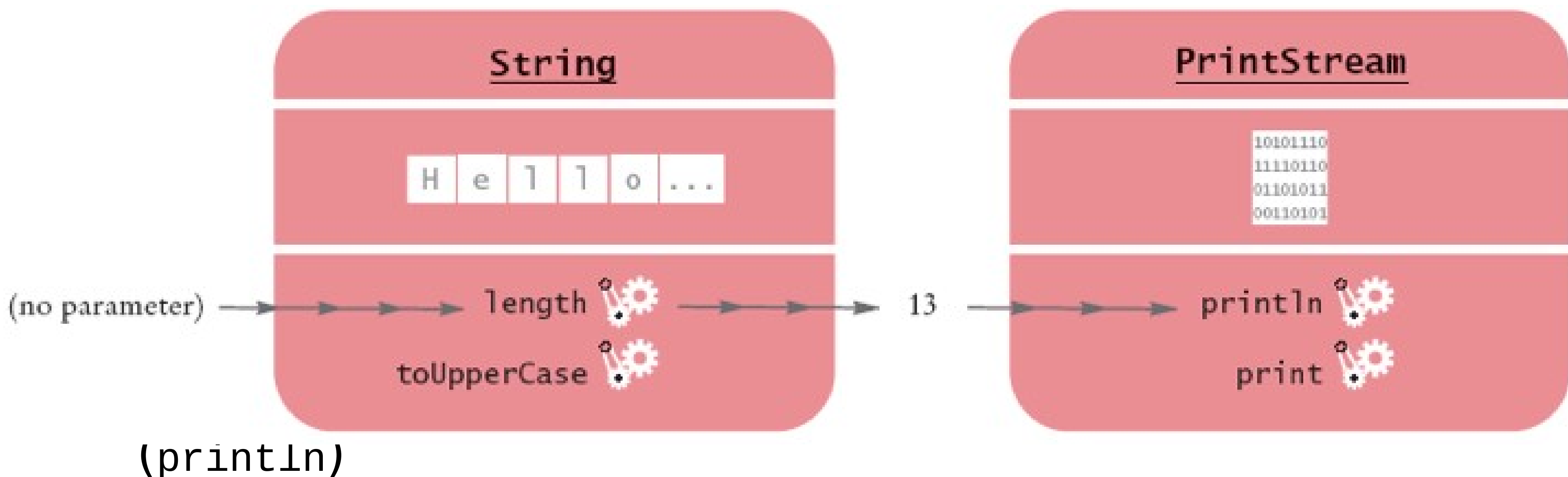
- Le résultat calculé par une méthode
- Retournée au code qui a appelé la méthode `int n = greeting.length();`

```
// retourne une valeur stockée dans n
```



# Utilisation d'une valeur de retour

- Une valeur de retour peut être passée en paramètre d'une autre méthode :
  `System.out.println(greeting.length());`




(println)

# Méthode : définition

- Spécification :
  - nom de la méthode
  - type de la valeur de retour
  - types des paramètres explicites
- Remarque :
  - le type du receveur n'est pas précisé ; classe courante
- Exemple :

```
public int length()
public String replace(String target,
String replacement)
```

# Méthode : définition /2

- Si une méthode ne retourne pas de valeur :
  - type de retour est déclaré comme `void`

```
public void println(String output)
    //dans la classe PrintStream
```

- Type d’un paramètre explicite ne peut pas être `void`

# Méthode : définition : surcharge

- Plusieurs méthodes (ou constructeurs) avec le même nom («*overloading*»)

```
class Point {
    private int x;
    private int y;

    public void translate(int xp,int yp) {   public void translate (Point p) {
        x= x+xp;                            x += p.x;
        y= y+yp;                            y += p.y;
    }                                          }
}
```

- En Java, une méthode est identifiée par :
  - nom, nombre de paramètres et types des paramètres
  - Mais, ne prend pas en compte : type de retour

# Appel de méthode

*objet*.nomDeLaMéthode(*paramètres*)

- Exemple :

```
System.out.println("Hello, Dave!");
```

- Effets :
  - Invoquer une méthode d’un objet et lui passer des paramètres additionnels

# Types primitifs : nombre

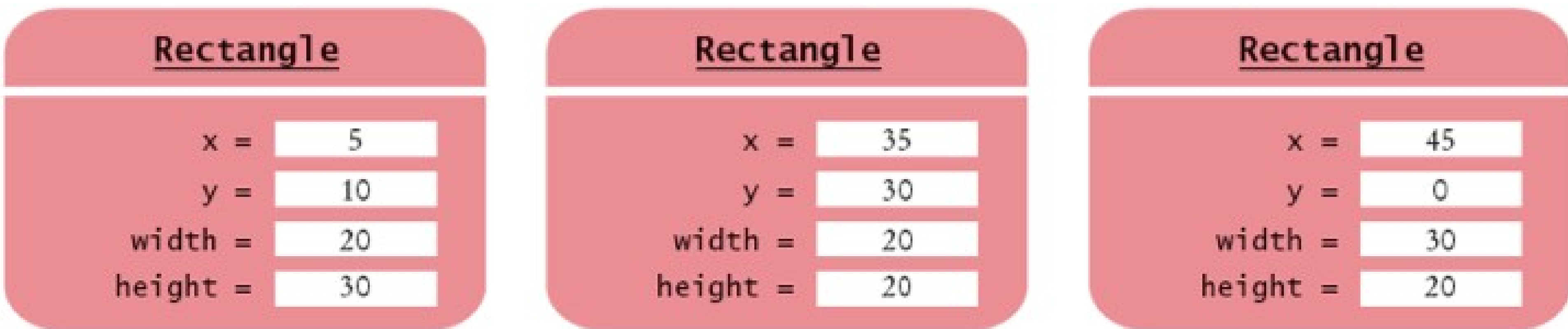
- Valeur entière :
  - `short, int, long`
  - `13`
- Valeur réelle :
  - `float, double`
    `1.3`
    `0.00013`
- Attention : ce ne sont pas des objets
- *Classe « Wrapper »* :
  - `Sort, Integer, Long, Float, Double`

# Types primitifs : nombre /2

- Opérateurs arithmétiques :
  - `+`, `-`, `*`, `/`, `%`
  - `(`, `)`
- Exemples :
  - `10 + n`
  - `n - 1`
  - `10 * n`
- Ce ne sont pas des méthodes

# Exemple d’objet : Rectangle

- Cette classe représente un `Rectangle` et non pas la figure Rectangle




- 3 objets = 3 instances de la classe `Rectangle`

# Constructeurs

- Utilisation :

```
new Rectangle(5, 10, 20, 30)
```

- L’opérateur new :
  - construit l’objet de classe Rectangle
  - utilise les paramètres pour initialiser les attributs de l’objet
  - Retourne le nouvel objet
- Généralement, l’objet est stocké dans une variable :

```
Rectangle box = new Rectangle(5, 10, 20, 30);
```

# Constructeurs /2

- Créer un objet c'est :
  - Instancier une classe par l'appel d'un constructeur
- Les quatres valeurs `5`, `10`, `20`, et `30` sont les paramètres de construction
- Certaines classes offrent plusieurs constructeurs (*surchage*)

```
new Rectangle()

new Rectangle(5,10,20,30)
```

# Accesseur / Modificateur

- Accesseur : ne change pas l'état interne d'un objet (paramètre implicite)

```
double width = box.getWidth();
```

- Modificateur : change l'état interne

```
box.translate(15, 25);
```

# Exemple

- Ecrire une classe de test (`Test`)
- Fournir une méthode `main`
- Dans cette méthode, construire plusieurs objets
- Appeler des méthodes sur ces objets
- Afficher les résultats que vous escomptez

# Exemple : solution

```
01: import java.awt.Rectangle;
02:
03: public class MoveTester
04: {
05:     public static void main(String[] args)
06:     {
07:         Rectangle box = new Rectangle(5, 10, 20, 30);
08:
09:         // Déplacer le rectangle
10:         box.translate(15, 25);
11:
12:         // Afficher les informations concernant le rectangle
13:         System.out.print("x: ");
14:         System.out.println(box.getX());
15:         System.out.println("Expected: 20");
16:
17:         System.out.print("y: ");
18:         System.out.println(box.getY());
19:         System.out.println("Expected: 35");    }
20: }
```

**Output:**

```
x: 20
Expected: 20
y: 35
Expected: 35
```

# Référence (d’un objet)

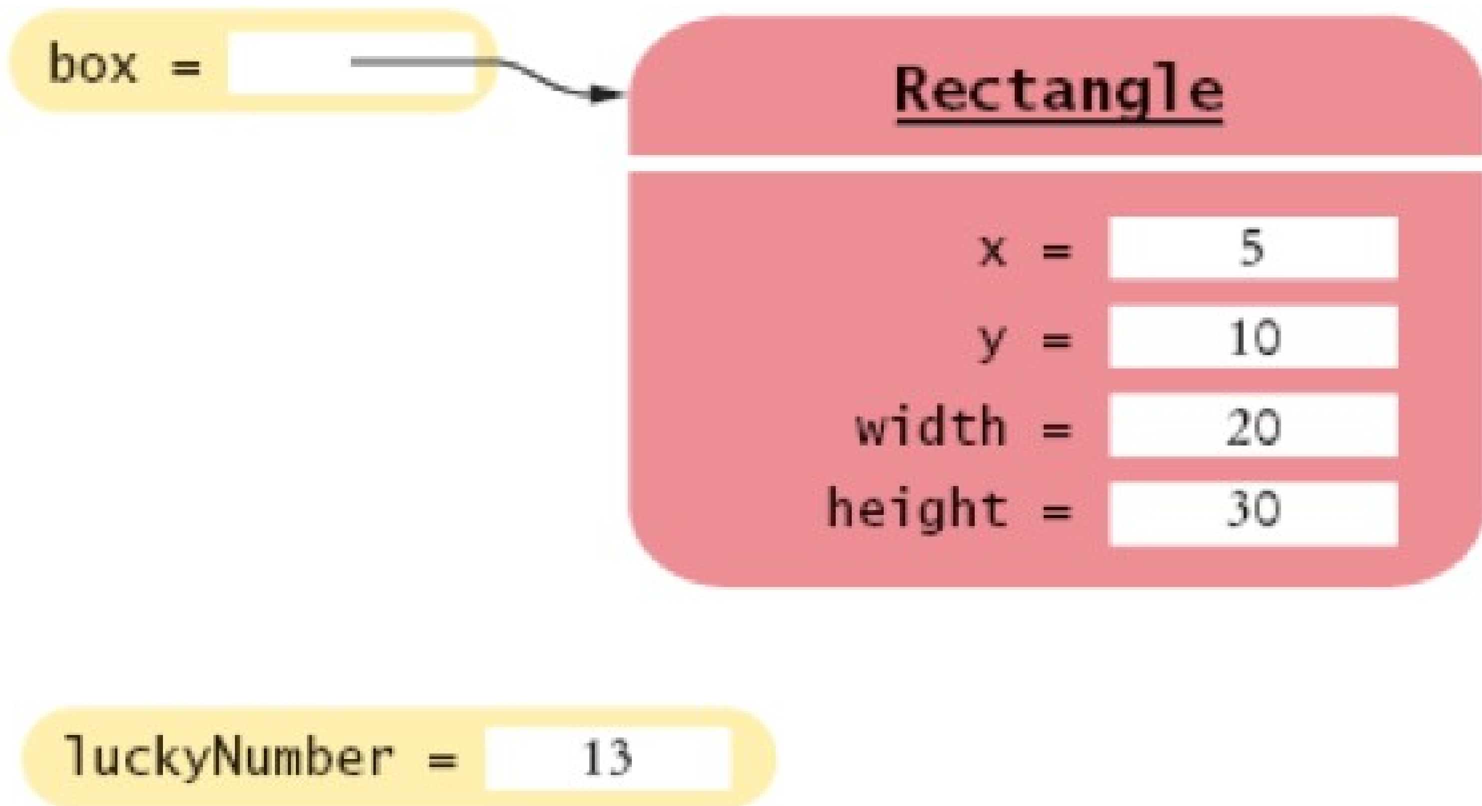
- Référence : décrit la localisation d’un objet
- Opérateur `new` retourne une référence vers un nouvel objet

```
Rectangle box = new Rectangle();
```

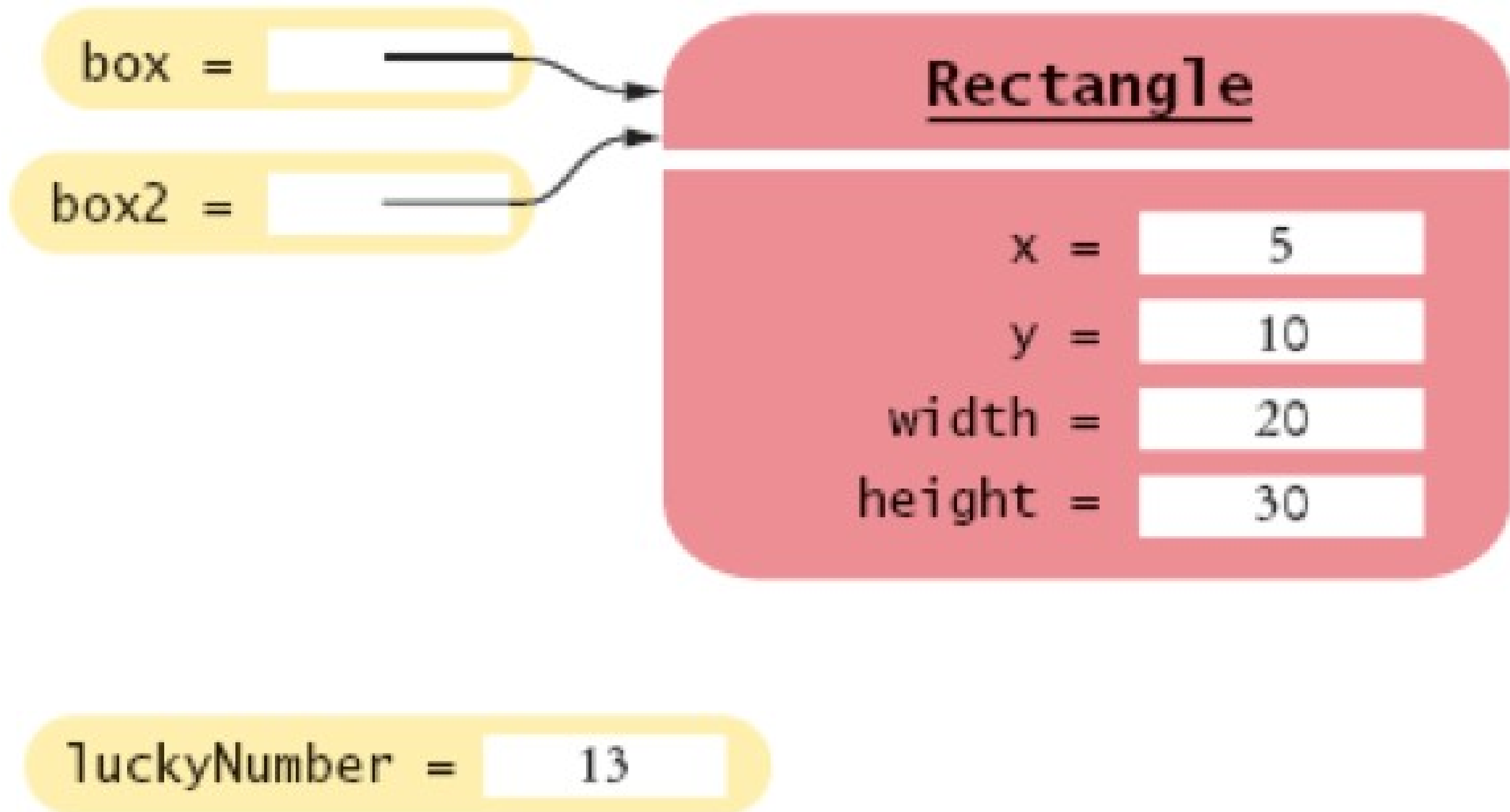
- Plusieurs variables peuvent référencer un même objet

```
Rectangle box = new Rectangle(5, 10, 20, 30);
Rectangle box2 = box;
box2.translate(15, 25);
```

# Référence /2



# Référence /3

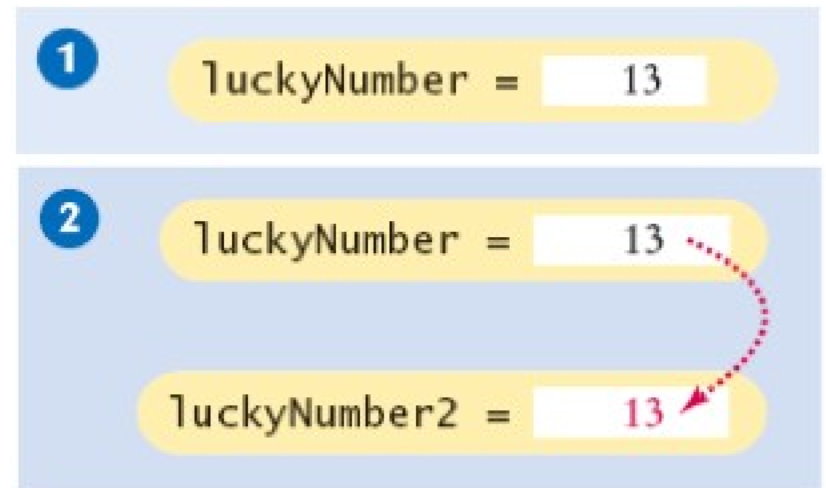


# Copie d’une valeur

- `int luckyNumber = 13;` ❶

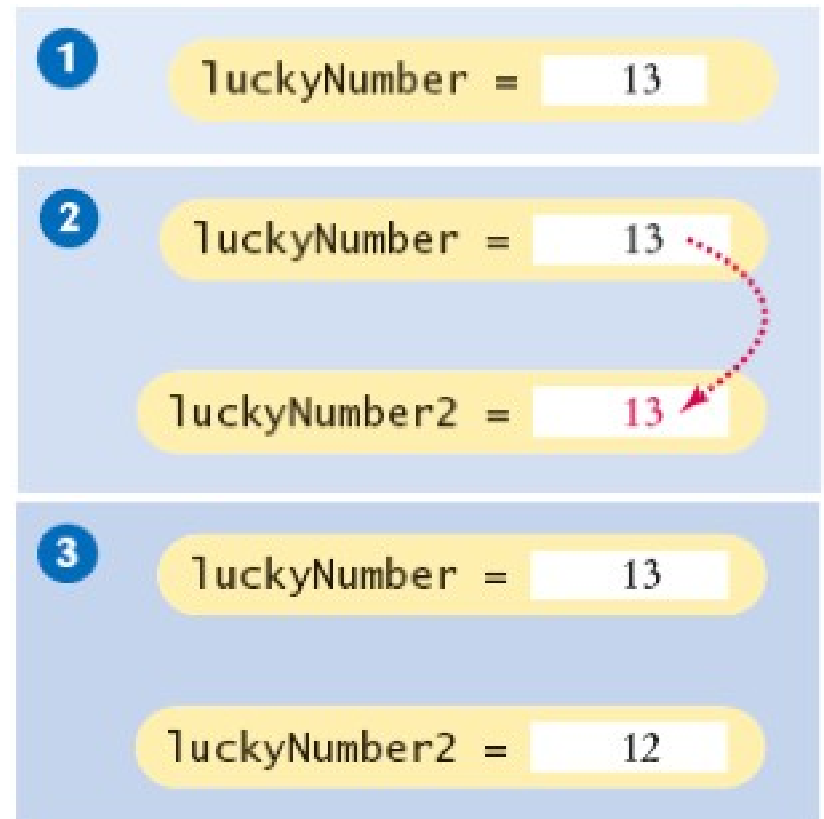
# Copie d’une valeur

- `int luckyNumber = 13;` ❶
- `int luckyNumber2 = luckyNumber;` ❷



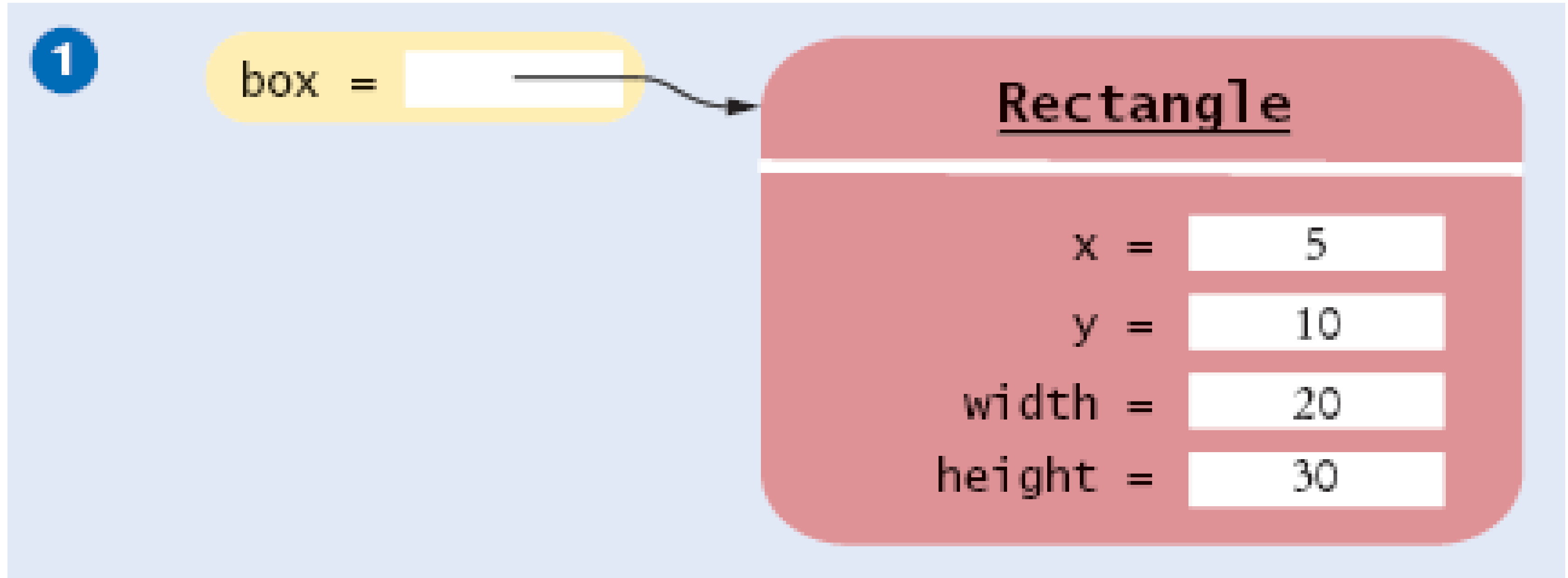
# Copie d'une valeur

- `int luckyNumber = 13;` ❶
- `int luckyNumber2 = luckyNumber;` ❷
- `luckyNumber2 = 12;` ❸



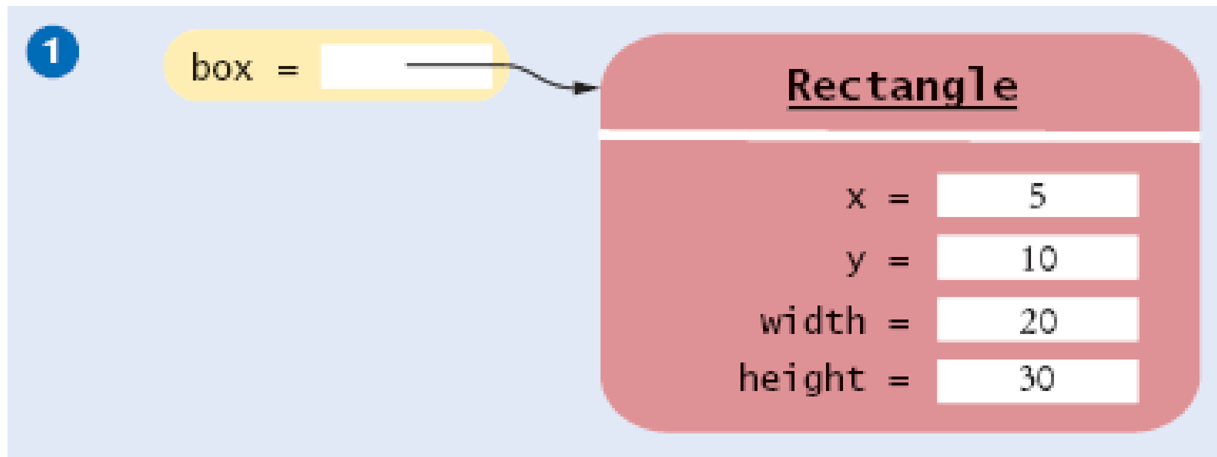
# Copie d’une référence

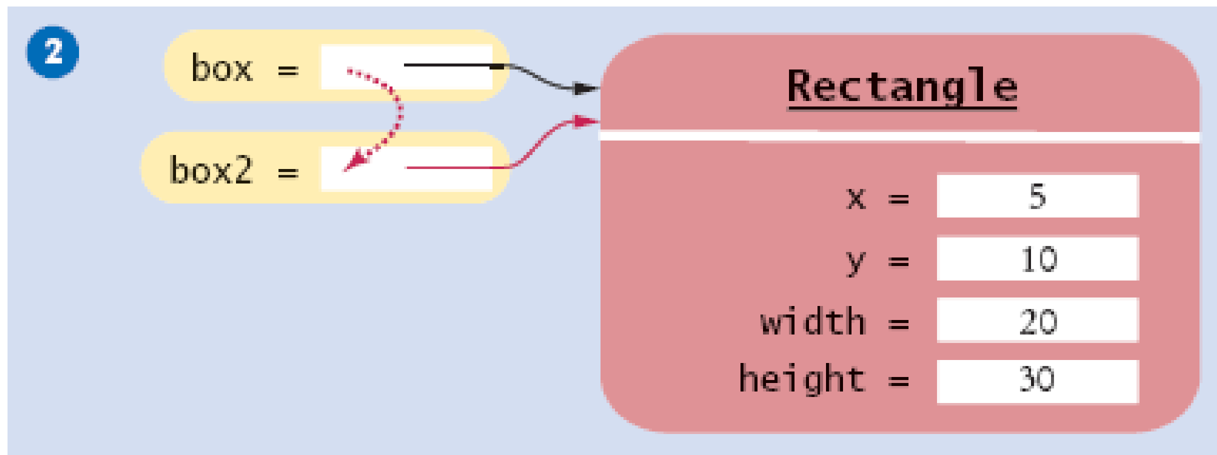
```
Rectangle box = new Rectangle(5, 10, 20, 30);
```



# Copie d’une référence

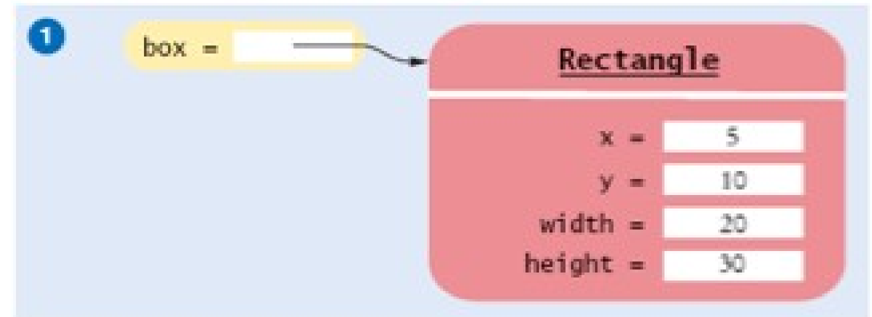
```
Rectangle box = new Rectangle(5, 10, 20, 30);   1
Rectangle box2 = box;   2
```

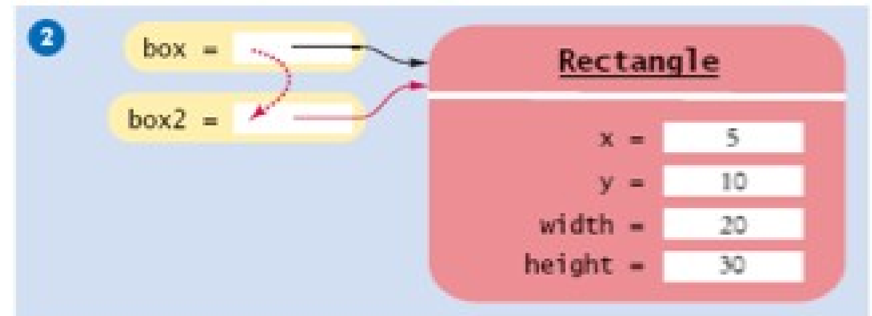


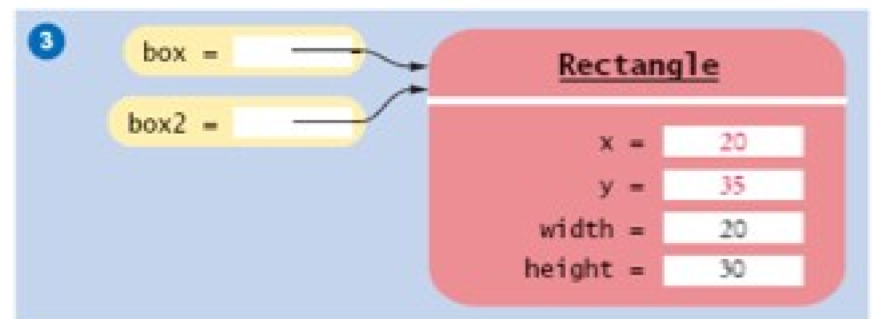



# Copie d’une référence

```
Rectangle box = new Rectangle(5, 10, 20, 30); ❶
Rectangle box2 = box; ❷
Box2.translate(15, 25); ❸
```



# 2ème Partie : Conception et Réalisation

## Boîtes noires

- Une boîte noire réalise « magiquement » des choses
- Elle cache son fonctionnement interne
- **Encapsulation** : cacher les détails non important
- Quel est le bon *concept* pour chaque boîte noire particulière
- Concepts sont découverts par abstraction
- **Abstraction** : supprimer les fonctions non essentielles tant que l'essence du concept reste présente
- En *programmation orientée objet*, les objets sont les boîtes noires à partir desquels un programme est construit

## Niveaux d’abstraction : Génie Logiciel

- Il y a bien longtemps : les programmes informatiques manipulaient des types primitifs tels que les nombres et les caractères
- Manipuler beaucoup de données de ce genre menait souvent à des erreurs
- Solution : Encapsulater les routines de calcul dans des boites noires logicielles
- L’abstraction est utilisée pour créer de nouveaux types de données de plus haut niveau
- En programmation orientée-objet, les objets sont les boites noires
- Encapsulation : Programmer en connaissant le comportement d’un objet et non pas sa structure interne

## Niveaux d’abstraction : Génie Logiciel /2

- En génie logiciel, il est possible de concevoir de **bonnes** et de **mauvaises abstractions** offrant des **fonctionnalités identiques** ;
- Comprendre ce qu’est une bonne conception est l’une des enseignements les plus importants qu’un développeur peut apprendre.

- En premier, définir le comportement d’une classe
- Ensuite, implémenter cette classe

## Spécifier l’interface publique d’une classe

Comportement d’un compte bancaire (abstraction) :

- déposer de l’argent
- retirer de l’argent
- consulter le solde

## Spécifier l’interface publique d’une classe : Méthodes

Méthodes de la classe `BankAccount` :

- `deposit`
- `withdraw`
- `getBalance`

Nous souhaitons utiliser un compte bancaire de la manière suivante :

```
harrysChecking.deposit(2000);
harrysChecking.withdraw(500);
System.out.println(harrysChecking.getBalance());
```

## Spécifier l’interface publique d’une classe : Définir Méthodes

- Modificateur d’accès (tel que `public`)
- Type de retour (tel que `String` ou `void`)
- Nom de la méthode (tel que `deposit`)
- Liste des paramètres (`double amount` pour `deposit`)
- Corps de la méthode entre `{ }`

Exemples:

- `public void deposit(double amount) { . . . }`
- `public void withdraw(double amount) { . . . }`
- `public double getBalance() { . . . }`

## Syntaxe Définition d’une méthode

```
accessSpecifier returnType methodName(parameterType
parameterName, . . .)
{
   method body
}
```

**Exemple :**

```
public void deposit(double amount)
{
   . . .
}
```

**Objectif :**

Définir le comportement d’une méthode.

## Spécifier l'interface publique d'une classe : définition constructeurs

- Un constructeur initialise les champs d'une instance
- Nom du constructeur = nom de la classe

```
 public BankAccount()
{
    // body--filled in later
}
```

- Le corps du constructeur est executé quand un objet est crée
- Les instructions d'un constructeur vont initialiser l'état interne de l'objet en construction
- Tous les constructeurs d'une même classe portent le même nom
- Le compilateur différencie les constructeurs en fonction des paramètres

## Syntaxe 3.2 Définition d’un constucteur

```
accessSpecifier ClassName(parameterType parameterName, . . .)

{
   constructor body
}
```

**Exemple :**

```
public BankAccount(double initialBalance)
{
   . . .
}
```

**Objectif :**

Définir le comportement d’un constructeur

# `BankAccount` Interface publique

Les construsteurs publiques et les méthodes publiques d'une classe forme l'*interface publique* d'une classe.

```
public class BankAccount
{
   // Constructors public BankAccount()
   {
      // body--filled in later
   }
   public BankAccount(double initialBalance)
   {
      // body--filled in later
   }
```

# `BankAccount` Interface publique /2

```
    // Methods
    public void deposit(double amount)
    {
       // body--filled in later
    }
    public void withdraw(double amount)
    {
       // body--filled in later
    }
    public double getBalance()
    {
       // body--filled in later
    }
    // private fields--filled in later
}
```

## Syntaxe Définition d’une classe

```
accessSpecifier class ClassName
{
   constructors
   methods
   fields
}
```

**Exemple :**

```
public class BankAccount
{
   public BankAccount(double initialBalance) {. . .}
   public void deposit(double amount) {. . .}
   . . .
}
```

**Objectif :**

Pour définir une classe, il faut écrire son interface publique et ses détails d’implémentation.

# Commenter une interface publique

```
/**
   Withdraws money from the bank account.
   @param the amount to withdraw
*/
public void withdraw(double amount)
{
   //implementation filled in later
}
/**
   Gets the current balance of the bank account.
   @return the current balance
*/
public double getBalance()
{
   //implementation filled in later
}
```

# Commenter une classe

```
/**
   A bank account has a balance that can be changed by
   deposits and withdrawals.
   */
   public class BankAccount
   {
      . . .
   }
```

- Il faut documenter :
  - *chaque classe*
  - *chaque méthode*
  - *chaque paramètre*
  - *chaque valeur de retour.*

# JavaDoc – Documentation des méthodes

BankAccount - Mozilla

File Edit View Go Bookmarks Tools Window Help

file:///home/cay/BigJava/ch03/bank/index.html

**All Classes**

BankAccount

| Method Summary | |
|---|---|
| void | deposit(double amount)<br>Deposits money into the bank account. |
| double | getBalance()<br>Gets the current balance of the bank account. |
| void | withdraw(double amount)<br>Withdraws money from the bank account. |

# JavaDoc – Documentation d’une méthode

BankAccount - Mozilla

File Edit View Go Bookmarks Tools Window Help

file:///home/cay/BigJava/ch03/bank/index.html

**All Classes**

BankAccount

## Method Detail

### deposit

```
public void deposit(double amount)
```

Deposits money into the bank account.

**Parameters:**

`amount` - the amount to deposit

## Variable/Champs d’une instance

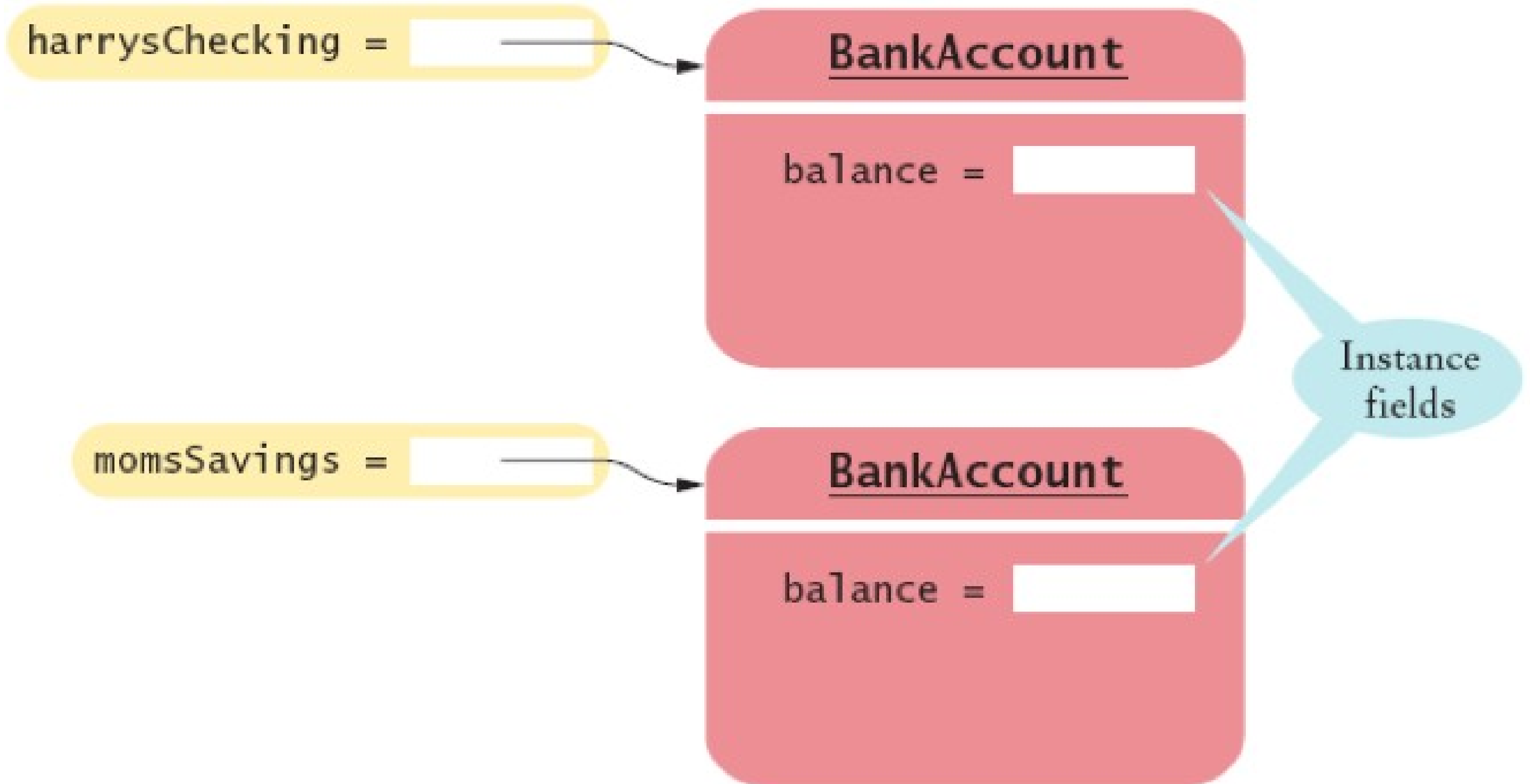
- Un objet stocke ses données dans des champs d’instance
- Champ : un terme technique pour désigner le stockage de la localisation d’un bloc de mémoire
- Instance d’une classe : un objet d’une classe
- La déclaration d’une classe spécifie les variables d’instance publiques

```
BankAccount
{
   . . .
   private double balance;
}
```

## Variable/Champs d’une instance /2

- La déclaration d’un champ d’instance comporte :
  - *Un modificateur d’accès (généralement `private`)*
  - *le type de la variable (tel que `double`)*
  - *le nom de la variable (tel que as `balance`)*
- Chaque objet d’une classe possède son propre ensemble de champs d’instance
- Généralement, vous devez déclarer les variables d’instance comme privées

# Variable/Champs d'une instance /3



## Syntaxe Déclaration des variables d’une instance

```
accessSpecifier class ClassName
{
   . . .
   accessSpecifier fieldType fieldName;
   . . .
}
```

**Exemple :**

```
public class BankAccount
{
   . . .
   private double balance;
   . . .
}
```

**Objectif :**

Pour définir un champ qui est présent dans chaque objet d’une classe

# Accèder aux variables d’instance

- La méthode `deposit` de la classe BankAccount peut accèder aux variables d’instance privées :

```
public void deposit(double amount)
{
   double newBalance = balance + amount;
   balance = newBalance;
}
```

## Accèder aux variables d’instance /2

- Les autres ne sont pas autorisées :

```
public class BankRobber
{
   public static void main(String[] args)
   {
      BankAccount momsSavings = new BankAccount(1000);
      . . .
      momsSavings.balance = -1000; // ERROR
   }
}
```

- *Encapsulation* cache les données d’un objet et donne accès au données par des méthodes
- Pour encapsuler des données d’une instance, déclarer les données comme `private` et définir des méthodes publiques qui accèdent à ces données

## Implémentation des constructeurs

- Les constructeurs contiennent les instructions pour initialiser les variables d'instance d'un objet

```
public BankAccount()
{
   balance = 0;
}
public BankAccount(double initialBalance)
{
   balance = initialBalance;
}
```

# Exemple d’appel d’un constructeur

- `BankAccount harrysChecking = new BankAccount(1000);`
  - *Crée un nouvel objet de type `BankAccount`*
  - *Appel le second constructeur (puisque un paramètre est fourni)*
  - *Défini le paramètre `initialBalance` à `1000`*
  - *Initialise la variable d’instance `balance` du nouvel objet crée égale à la valeur `initialBalance`*
  - *Retourne une référence vers un objet, qui est la localisation de l’objet dans la mémoire , comme la valeur de l’expression `new`*
  - *Stocke la référence dans la variable `harrysChecking`*

## Implémentation des méthodes

- Certaines méthodes ne retournent pas de valeur

```
public void withdraw(double amount)
{
   double newBalance = balance - amount;
   balance = newBalance;
}
```

- D’autres retournent une valeur de retour

```
public double getBalance()
{
   return balance;
}
```

# Exemple d'appel d'une méthode

- `harrysChecking.deposit(500);`
  - *Défini le paramètre `amount` à 500*
  - *Récupère le champ `balance` de l'objet dont la localisation est stockée dans `harrysChecking`*
  - *Ajoute la valeur de `amount` à la valeur de `balance` et stocke cette valeur dans la variable `newBalance`*
  - *Stocke la valeur `newBalance` dans la variable d'instance `balance` en écrasant l'ancienne valeur*

## **Syntaxe** L'instruction `return`

```
return expression;
```
or
```
return;
```

**Exemple :**

```
return balance;
```

**Objectif :**

Spécifie la valeur qu'une méthode doit retourner. Arrête immédiatement l'exécution de la méthode. La valeur retournée devient la valeur de l'expression d'appel.

# BankAccount.java

```
01: /**
02:    A bank account has a balance that can be changed by
03:    deposits and withdrawals.
04: */
05: public class BankAccount
06: {
07:    /**
08:       Constructs a bank account with a zero balance.
09:    */
10:    public BankAccount()
11:    {
12:       balance = 0;
13:    }
14:
15:    /**
16:       Constructs a bank account with a given balance.
17:       @param initialBalance the initial balance
18:    */
19:    public BankAccount(double initialBalance)
20:    {
21:       balance = initialBalance;
22:    }
23:
```

# BankAccount.java /2

```
24:     /**
25:        Deposits money into the bank account.
26:        @param amount the amount to deposit
27:     */
28:     public void deposit(double amount)
29:     {
30:        double newBalance = balance + amount;
31:        balance = newBalance;
32:     }
33:
34:     /**
35:        Withdraws money from the bank account.
36:        @param amount the amount to withdraw
37:     */
38:     public void withdraw(double amount)
39:     {
40:        double newBalance = balance - amount;
41:        balance = newBalance;
42:     }
43:
44:     /**
45:        Gets the current balance of the bank account.
46:        @return the current balance
47:     */
```

# BankAccount.java /3

```
48:     public double getBalance()
49:     {
50:         return balance;
51:     }
52:
53:     private double balance;
54: }
```

# Test unitaire

- *Test unitaire* : vérifie que la classe s'exécute correctement en isolation, hors de tout programme.
- Pour tester une classe, utilisez un environnement interactif de test ou écrivez une classe de test.
- *Class de test*: une classe dont la méthode main contient des instructions pour tester une autre classe.
- Généralement, l'exécution d'une classe de test :
  1. *Construire un ou plusieurs objets de la classe à tester*
  2. *Appeler une ou plusieurs méthodes*
  3. *Afficher un ou plusieurs résultats (comparer le résultat attendu)*

# BankAccountTester.java

```
01: /**
02:    A class to test the BankAccount class.
03: */
04: public class BankAccountTester
05: {
06:    /**
07:       Tests the methods of the BankAccount class.
08:       @param args not used
09:    */
10:    public static void main(String[] args)
11:    {
12:       BankAccount harrysChecking = new BankAccount();
13:       harrysChecking.deposit(2000);
14:       harrysChecking.withdraw(500);
15:       System.out.println(harrysChecking.getBalance());
16:       System.out.println("Expected: 1500");
17:    }
18: }
```

**Output:**

1500

Expected: 1500

## Différentes catégories de variables

- Catégories de variables
  1. *Variables d'instance (balance dans* `BankAccount`*)*
  2. *Variables locales (*`newBalance` *dans la méthode* `deposit`*)*
  3. *Paramètres (*`amount` *dans la méthode* `deposit`*)*

1. Une variable `instance` appartient à un objet
2. Les variables d'instance restent en vie jusqu'à ce que plus aucune méthode utilise cet objet
3. En Java, le *ramasse miette* (*garbage collector)* collecte les objets qui ne sont plus utilisés
4. Variables locales et paramètres appartiennent à une méthode
5. Variables d'instance sont initialisées à une valeur par défaut, mais les variables locales doivent être initialisées

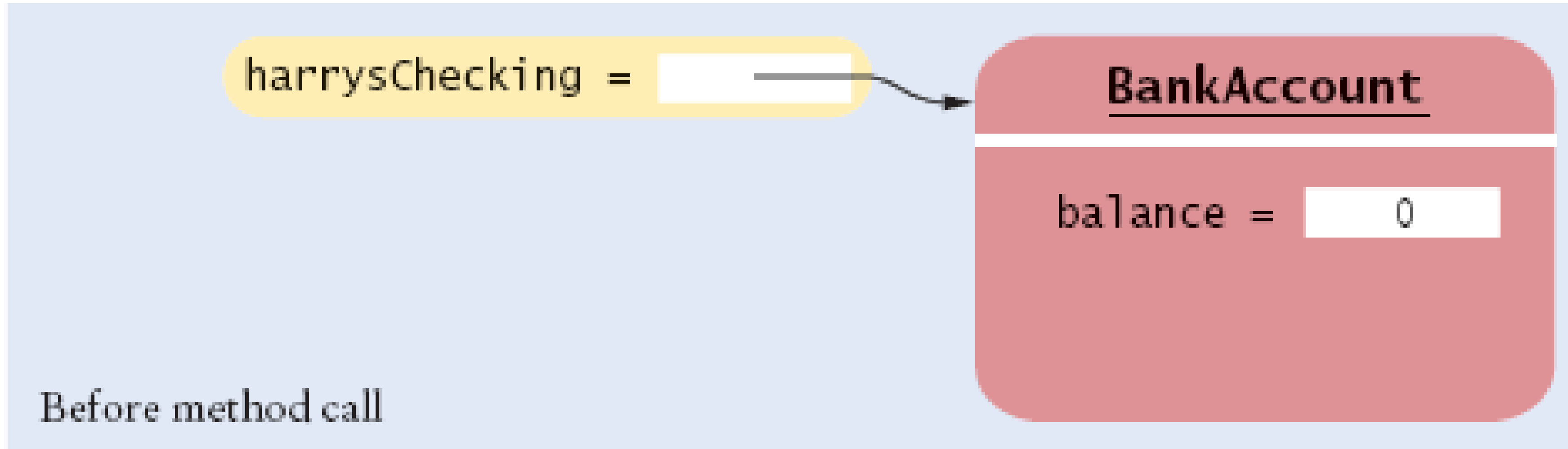
# Animation 3.1

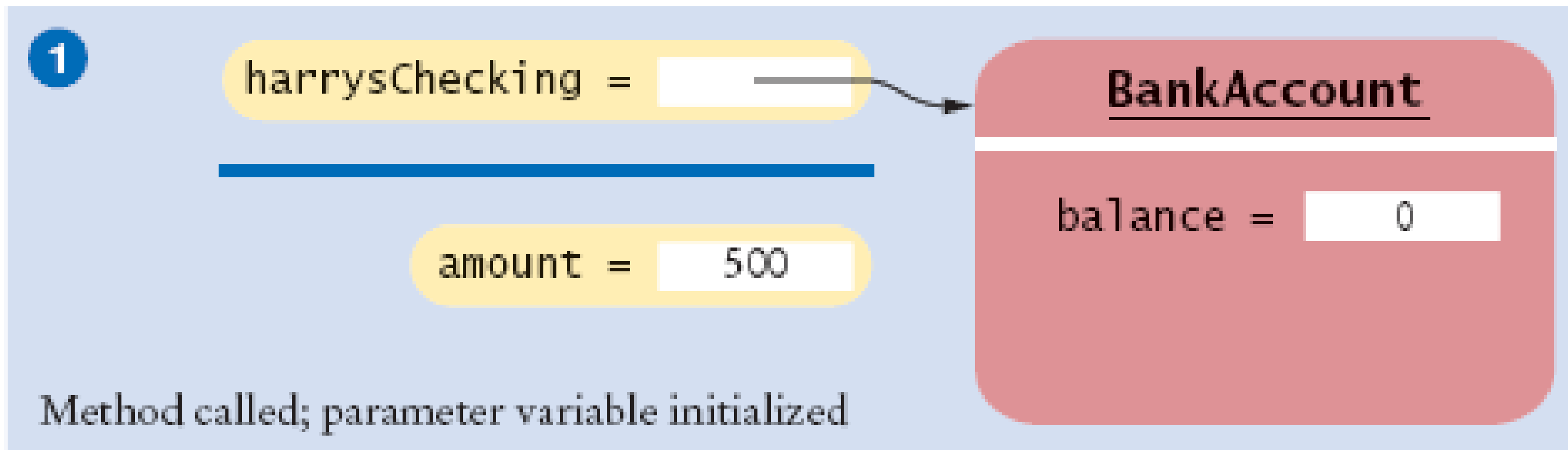
# Cycle de vie des Variables – Appel de la méthode `deposit`

```
harrysChecking.deposit(500);
```

# Cycle de vie des Variables – Appel de la méthode `deposit`

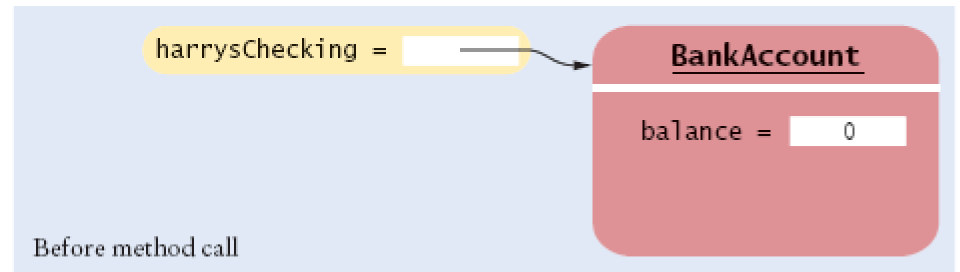
```
harrysChecking.deposit(500);
```
1



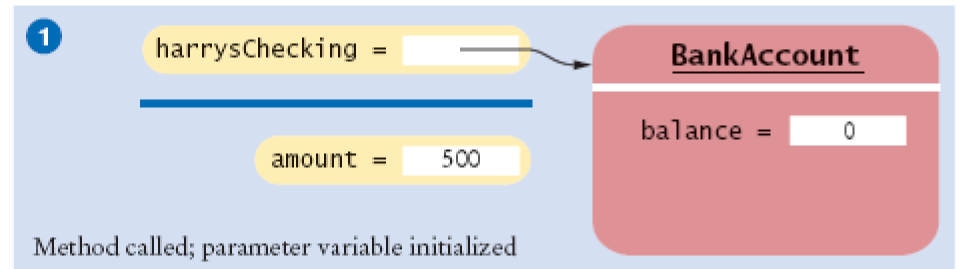



# Cycle de vie des Variables – Appel de la méthode `deposit`

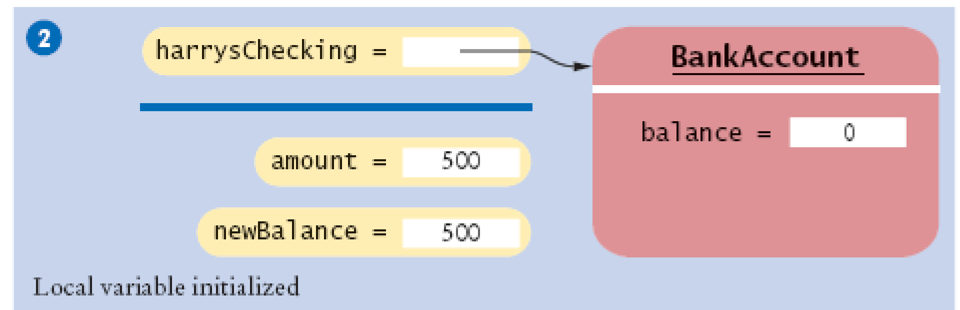
```
harrysChecking.deposit(500);  ❶
double newBalance = balance + amount;  ❷
```



Before method call



Method called; parameter variable initialized



Local variable initialized

# Cycle de vie des Variables – Appel de la méthode `deposit`

```
harrysChecking.deposit(500); ❶
double newBalance = balance + amount; ❷
balance = newBalance; ❸
```

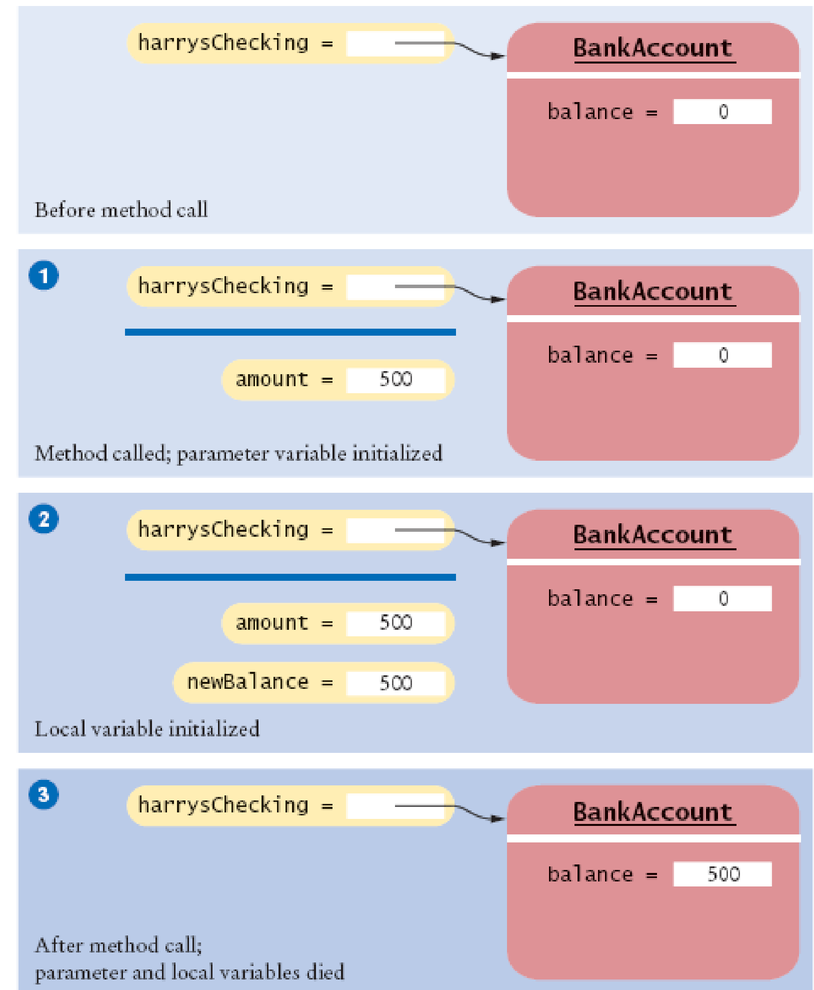



Figure 7 Lifetime of Variables

## Paramètres implicite et explicites d’une méthode

- Le paramètre implicite d’une méthode est l’objet sur lequel la méthode est invoquée
- La référence `this` dénote le paramètre implicite (*receveur*)
- L’utilisation d’une variable d’instance dans une méthode dénote la variable d’instance du paramètre implicite

```
public void withdraw(double amount)
{
   double newBalance = balance - amount;
   balance = newBalance;
}
```

## Paramètres implicite et explicites d’une méthode /2

- `balance` est le solde de l’objet à gauche du point :

```
momsSavings.withdraw(500)
```

signifie

```
double newBalance = momsSavings.balance - amount;
>momsSavings.balance = newBalance;
```

## Paramètre implicite et `this`

- Chaque méthode à un paramètre implicite (*receveur*)
- Le paramètre implicite est toujours appelé `this`
- Exception : Les méthodes de classes n’ont pas de paramètre implicite (voir suite du cours)
-
```
double newBalance = balance + amount;
// actually means
double newBalance = this.balance + amount;
```
- Quand vous faites référence à une variable d’instance dans une méthode, le compilateur applique automatiquement au paramètre `this`

```
momsSavings.deposit(500);
```

# Paramètre implicite et `this`