

IA – 2019 / 2020

Programmation Orientée Objet

Cours 2

Gérald Oster <gerald.oster@telecomnancy.eu>

Supports inspirés et traduits en partie de C. Horstmann

Plan du cours

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

3^{ère} Partie : Types fondamentaux

Objectifs de cette partie

- Comprendre les nombres entiers et les nombres à virgule flottante
- Connaître les limitations des types numériques
- Être conscient des causes des erreurs de dépassement et d'arrondi
- Utiliser correctement les constantes
- Ecrire des expressions arithmétiques en Java
- Utiliser le type `String` pour définir et manipuler des chaînes de caractères
- Apprendre à lire des données en entrée

Types numériques

- `int`: valeurs entières, pas de partie décimale
1, -4, 0
- `double`: nombre à virgule flottante (précision double)
0.5, -3.11111, 4.3E24, 1E-14
- Un calcul numérique peut engendrer un dépassement (*overflow*) si son résultat sort de l'intervalle de définition du type numérique

```
int n = 1000000;  
System.out.println(n * n); // prints -727379968
```
- En Java : 8 type primitifs dont 4 types entiers et 2 types flottants

Types primitifs

Type	Description	Taille
int	Type entier, intervalle -2,147,483,648 . . . 2,147,483,647	4 octets
byte	Type décrivant un unique octet, intervalle -128 . . . 127	1 octet
short	Type entier « court », intervalle -32768 . . . 32767	2 octets
long	Type entier « long », intervalle -9,223,372,036,854,775,808 . . . -9,223,372,036,854,775,807	8 octets
double	Type réel (virgule flottante, double précision), intervalle approximatif $\pm 10^{308}$ et environ 15 décimales significatives	8 octets
float	Type réel (virgule flottante, simple précision), intervalle approximatif $\pm 10^{38}$ et environ 7 décimales significatives	4 octets
char	Type caractère représentant un code dans la table d'encodage Unicode	2 octets
boolean	Type booléen avec 2 valeurs de vérité false and true	1 bit

Types numériques : Nombres à virgule flottante

- Des erreurs d'arrondi surviennent quand une conversion exacte vers un nombre n'est pas possible

```
double f = 4.35;  
System.out.println(100 * f); // prints 434.99999999999994
```

- En Java: Il est interdit d'affecter à une variable entière une expression à virgule flottante

```
double balance = 13.75;  
int dollars = balance; // Erreur
```

- Transtypage (*cast*): utiliser pour convertir une valeur d'un type à un autre

```
int dollars = (int) balance; // OK
```

Le transtypage supprime la partie décimale

Syntaxe Transtypage

(typeName) expression

Exemple :

`(int) (balance * 100)`

Objectif :

Convertir une expression d'un type vers un autre type.

Constantes: mot-clé final

- Une variable déclarée `final` est une constante
- Une fois sa valeur affectée, elle ne peut être modifiée
- Les constantes nommées rendent les programmes plus facile à lire et à maintenir
- Convention: nom des constantes entièrement en majuscule

```
final double QUARTER_VALUE = 0.25;
final double DIME_VALUE = 0.1;
final double NICKEL_VALUE = 0.05;
final double PENNY_VALUE = 0.01;
payment = dollars + quarters * QUARTER_VALUE
        + dimes * DIME_VALUE + nickels * NICKEL_VALUE
        + pennies * PENNY_VALUE;
```

Constantes: mots-clés `static` et `final`

- Si une valeur constante est utilisée dans plusieurs méthodes, déclarer celle-ci avec les variables d'instance en ajoutant les mots clés `static` et `final`
- Donner un accès publique aux constantes `static final` pour utiliser celles-ci hors de la classe qui les déclare

```
public class Math
{
    . . .
    public static final double E = 2.7182818284590452354;
    public static final double PI = 3.14159265358979323846;
}

double circumference = Math.PI * diameter;
```

Syntaxe: Définition d'une constante

Dans une méthode :

```
final typeName variableName = expression;
```

Dans une classe :

```
accessSpecifier static final typeName variableName =  
    expression;
```

Exemple :

```
final double NICKEL_VALUE = 0.05; public static final  
double LITERS_PER_GALLON = 3.785;
```

Objectif :

Pour définir une constante dans une méthode ou une classe.

ch04/cashregister/CashRegister.java

```
01: /**
02:     A cash register totals up sales and computes change due.
03: */
04: public class CashRegister
05: {
06:     /**
07:         Constructs a cash register with no money in it.
08:     */
09:     public CashRegister()
10:     {
11:         purchase = 0;
12:         payment = 0;
13:     }
14:
15:     /**
16:         Records the purchase price of an item.
17:         @param amount the price of the purchased item
18:     */
19:     public void recordPurchase(double amount)
20:     {
21:         purchase = purchase + amount;
22:     }
```

ch04/cashregister/CashRegister.java /2

```
23:
24:     /**
25:         Enters the payment received from the customer.
26:         @param dollars the number of dollars in the payment
27:         @param quarters the number of quarters in the payment
28:         @param dimes the number of dimes in the payment
29:         @param nickels the number of nickels in the payment
30:         @param pennies the number of pennies in the payment
31:     */
32:     public void enterPayment(int dollars, int quarters,
33:         int dimes, int nickels, int pennies)
34:     {
35:         payment = dollars + quarters * QUARTER_VALUE + dimes * DIME_VALUE
36:             + nickels * NICKEL_VALUE + pennies * PENNY_VALUE;
37:     }
38:
39:     /**
40:         Computes the change due and resets the machine for the next
41:         customer.
42:         @return the change due to the customer
43:     */
44:     public double giveChange()
45:     {
```

ch04/cashregister/CashRegister.java /3

```
45:         double change = payment - purchase;
46:         purchase = 0;
47:         payment = 0;
48:         return change;
49:     }
50:
51:     public static final double QUARTER_VALUE = 0.25;
52:     public static final double DIME_VALUE = 0.1;
53:     public static final double NICKEL_VALUE = 0.05;
54:     public static final double PENNY_VALUE = 0.01;
55:
56:     private double purchase;
57:     private double payment;
58: }
```

ch04/cashregister/CashRegisterTester.java

```
01: /**
02:     This class tests the CashRegister class.
03: */
04: public class CashRegisterTester
05: {
06:     public static void main(String[] args)
07:     {
08:         CashRegister register = new CashRegister();
09:
10:         register.recordPurchase(0.75);
11:         register.recordPurchase(1.50);
12:         register.enterPayment(2, 0, 5, 0, 0);
13:         System.out.print("Change: ");
14:         System.out.println(register.giveChange());
15:         System.out.println("Expected: 0.25");
16:
17:         register.recordPurchase(2.25);
18:         register.recordPurchase(19.25);
19:         register.enterPayment(23, 2, 0, 0, 0);
20:         System.out.print("Change: ");
21:         System.out.println(register.giveChange());
22:         System.out.println("Expected: 2.0");
23:     }
24: }
```


Output:

Change: 0.25

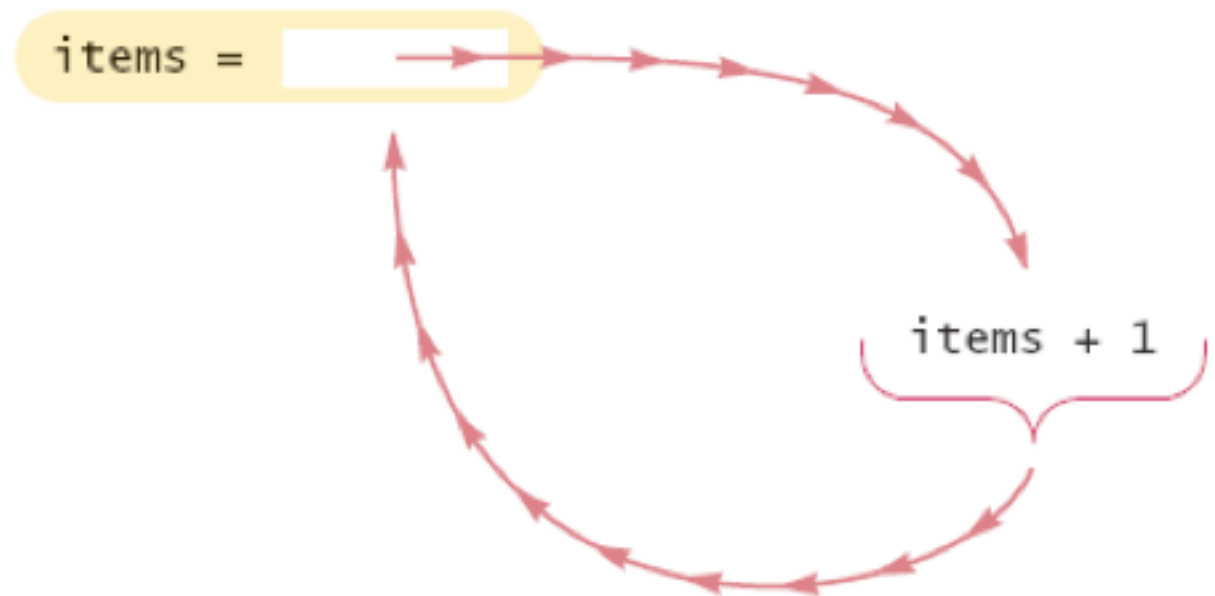
Expected: 0.25

Change: 2.0

Expected: 2.0

Affectation, Incrémentation, Décrémentation

- Affectation est différente de l'égalité mathématique :
`items = items + 1;`
- `items++` est la même chose que `items = items + 1`
- `items-` soustrait 1 de `items`



Opérateurs Arithmétiques

- $/$ est l'opérateur de division
- Si les deux arguments sont des entiers, le résultat est un entier. Le reste est supprimé (division entière)
- $7.0 / 4$ donne 1.75
 $7 / 4$ donne 1
- Le reste de la division entière est obtenu avec $\%$ ("modulo")
 $7 \% 4$ donne 3

Opérateurs Arithmétiques /2

```
final int PENNIES_PER_NICKEL = 5;
final int PENNIES_PER_DIME = 10;
final int PENNIES_PER_QUARTER = 25;
final int PENNIES_PER_DOLLAR = 100;

// Compute total value in pennies
int total = dollars * PENNIES_PER_DOLLAR + quarters *
    PENNIES_PER_QUARTER + nickels * PENNIES_PER_NICKEL +
    dimes * PENNIES_PER_DIME + pennies;
// Use integer division to convert to dollars, cents
int dollars = total / PENNIES_PER_DOLLAR;
int cents = total % PENNIES_PER_DOLLAR;
```

La classe `Math`

- Classe `Math` contient des méthodes telles que `sqrt` et `pow`
- Pour calculer x^n , on écrit `Math.pow(x, n)`
- Pourtant pour calculer x^2 il est plus simple (et efficace) de calculer `x * x`
- Pour calculer la racine carrée d'un nombre, utilise `Math.sqrt(x)`
- En Java, $\frac{-b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$

peut s'exprimer par

`(-b + Math.sqrt(b * b - 4 * a * c)) / (2 * a)`

Quelques méthodes mathématiques

Fonction	Résultat
Math.sqrt(x)	Racine carrée
Math.pow(x, y)	Puissance x^y
Math.exp(x)	Exponentielle e^x
Math.log(x)	Logarithme naturel (népérien)
Math.sin(x), Math.cos(x), Math.tan(x)	sinus, cosinus, tangente (x en radians)
Math.round(x)	Valeur entière la plus proche de x
Math.min(x, y), Math.max(x, y)	minimum, maximum

Analyser une expression

$$\begin{array}{c} (-b + \text{Math.sqrt}(b * b - 4 * a * c)) / (2 * a) \\ \underbrace{\qquad\qquad\qquad}_{b^2} \quad \underbrace{\qquad\qquad\qquad}_{4ac} \qquad \underbrace{\qquad\qquad}_{2a} \\ \underbrace{\qquad\qquad\qquad}_{b^2 - 4ac} \\ \underbrace{\qquad\qquad\qquad}_{\sqrt{b^2 - 4ac}} \\ \underbrace{\qquad\qquad\qquad}_{-b + \sqrt{b^2 - 4ac}} \\ \underbrace{\qquad\qquad\qquad}_{\frac{-b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}} \end{array}$$

Appel de méthode de classe (static)

- Une méthode déclarée `static` n'opère pas sur un objet de type `double`
`x = 4;`
`double root = x.sqrt(); // Error`
- Méthodes statiques sont déclarées dans des classes
- Convention de nommage : Nom de classe débute par une lettre majuscule; le nom d'une référence vers un objet débute par une minuscule
`Math`
`System.out`

Syntaxe Appel de méthode de classe (statique)

ClassName.methodName(parameters)

Exemple :

`Math.sqrt(4)`

Objectif :

Invoquer une méthode de classe (qui n'opère donc pas sur une instance/un objet) et lui passer des valeurs en paramètre.

Chaînes de caractères

- `String` représente une séquence de caractères
- Ce sont des objets de la classe `String`
- Chaînes constantes :
`"Hello, World!"`
- Chaînes “variables” :
`String message = "Hello, World!";`
- Longueur d’une chaîne de caractères :
`int n = message.length();`
- Chaîne vide : `""`

Concaténation

- Utiliser l'opérateur + :

```
String name = "Dave";  
String message = "Hello, " + name; // message is "Hello,  
    Dave"
```

- Si une des opérandes de l'opérateur + est de type `String`, l'autre opérande est convertie automatiquement en une chaîne de caractères

```
String a = "Agent"; int n = 7; String bond = a + n; //  
bond is "Agent7"
```

Concaténation dans une expression d'affichage

- Il est utile d'utiliser la concaténation pour réduire le nombre d'instructions.

- Par exemple :

```
System.out.print("The total is ");  
System.out.println(total);
```

ce qui est équivalent à :

```
System.out.println("The total is " + total);
```

Conversion entre chaînes de caractères et valeurs numériques

- **Conversion vers un nombre :**
`int n = Integer.parseInt(str);`
`double x = Double.parseDouble(x);`
- **Conversion vers une chaîne de caractères :**
`String str = "" + n;`
`str = Integer.toString(n);`

Sous chaîne

- `String greeting = "Hello, World!";`
`String sub = greeting.substring(0, 5); // sub is "Hello"`
- Indiquer le début et la longueur de la chaîne à extraire
- Première position est 0

H	e	l	l	o	,		W	o	r	l	d	!
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

H	e	l	l	o	,		W	o	r	l	d	!
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Diagram illustrating the extraction of a substring. A bracket above the characters 'W', 'o', 'r', 'l', 'd' indicates a length of 5. Blue arrows point to the starting index 7 and the ending index 12.

Alphabets internationaux



A German Keyboard

Alphabets internationaux /2

	จ	ฉ	ช	ค	ข	ด	ด	ด	ด	ด	ด	ด	ด
ก	ข	ค	ด	ด	ด	ด	ด	ด	ด	ด	ด	ด	ด
บ	ป	ผ	บ	บ	บ	บ	บ	บ	บ	บ	บ	บ	บ
ช	ช	ณ	ป	ร	ห	า		ไ	อ	๓	๔		๕
ค	ณ	ด	ผ	ก	พ	ิ		ไ	อ	๓			๕
ค	ณ	ด	ผ	ล	อ	ิ		ไ	อ	๓			
ม	ณ	ด	พ	ก	ฮ	ิ		๕	๕	๖			
ง	ณ	ท	พ	ว	๕	ิ		๕		๖			

The Thai Alphabet

CLASSIC SOUPS				Sm.	Lg.
清 燉 雞 湯	57.	House Chicken Soup (Chicken, Celery, Potato, Onion, Carrot)	1.50	2.75	
雞 飯 湯	58.	Chicken Rice Soup	1.85	3.25	
雞 麵 湯	59.	Chicken Noodle Soup	1.85	3.25	
廣 東 雲 吞	60.	Cantonese Wonton Soup.....	1.50	2.75	
蕃 茄 蛋 湯	61.	Tomato Clear Egg Drop Soup	1.65	2.95	
雲 吞 湯	62.	Regular Wonton Soup	1.10	2.10	
酸 辣 湯	63.	Hot & Sour Soup	1.10	2.10	
蛋 花 湯	64.	Egg Drop Soup.....	1.10	2.10	
雲 蛋 湯	65.	Egg Drop Wonton Mix.....	1.10	2.10	
豆 腐 菜 湯	66.	Tofu Vegetable Soup	NA	3.50	
雞 玉 米 湯	67.	Chicken Corn Cream Soup	NA	3.50	
蟹 肉 玉 米 湯	68.	Crab Meat Corn Cream Soup.....	NA	3.50	
海 鮮 湯	69.	Seafood Soup.....	NA	3.50	

A Menu with Chinese Characters

Lecture depuis l'entrée standard

- `System.in` offre que des fonctionnalités limitées - lecture d'un octet à la fois
- Depuis Java 5.0, la classe `Scanner` est fournie et permet de lire de manière simple une valeur saisie depuis le clavier
- ```
Scanner in = new Scanner(System.in);
System.out.print("Enter quantity:");
int quantity = in.nextInt();
```
- `nextDouble` **lit un double**
- `nextLine` **lit une ligne (jusqu'à un retour charriot)**
- `nextWord` **lit un mot (jusqu'à un espace)**

## ch04/cashregister/CashRegisterSimulator.java

```
01: import java.util.Scanner;
02:
03: /**
04: This program simulates a transaction in which a user pays for an
item
05: and receives change.
06: */
07: public class CashRegisterSimulator
08: {
09: public static void main(String[] args)
10: {
11: Scanner in = new Scanner(System.in);
12:
13: CashRegister register = new CashRegister();
14:
15: System.out.print("Enter price: ");
16: double price = in.nextDouble();
17: register.recordPurchase(price);
18:
19: System.out.print("Enter dollars: ");
20: int dollars = in.nextInt();
```

...

### Output:

Enter price: 7.55

Enter dollars: 10

Enter quarters: 2

Enter dimes: 1

Enter nickels: 0

Enter pennies: 0

Your change: is 3.05

# 4<sup>ème</sup> Partie : Décisions

## Objectifs de cette partie

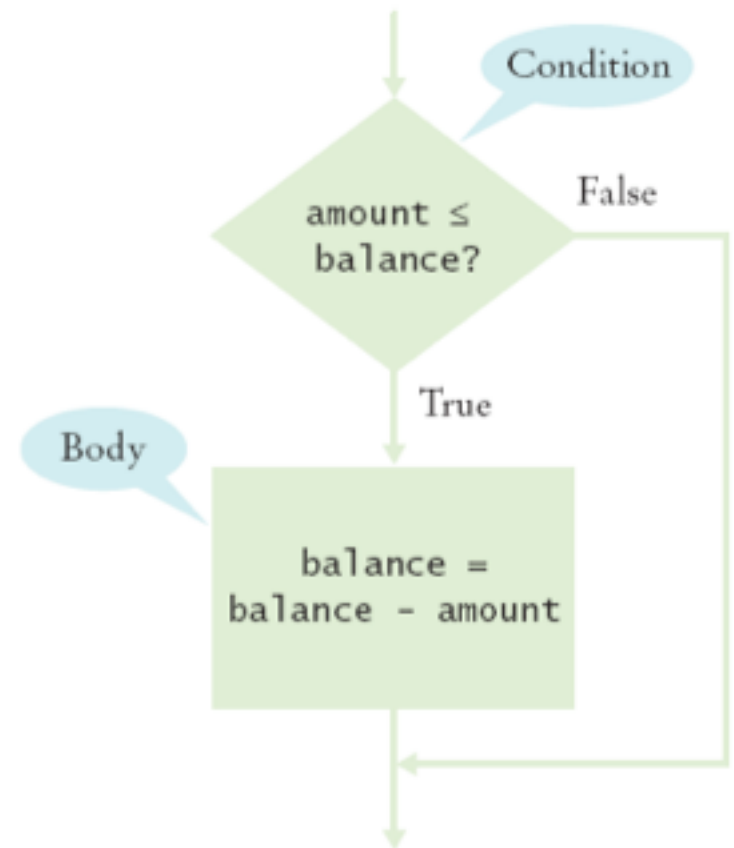
---

- Implémenter des décisions en utilisant l'instruction `if`
- Comprendre comment regrouper les instructions dans des blocs
- Apprendre à comparer des valeurs entières, des nombres à virgule flottante, des chaînes de caractères et des objets
- Déterminer l'ordre d'exécution des instructions dans des décisions à branches multiples
- Programmer des conditions en utilisant des opérateurs booléens et des variables
- Comprendre l'importance de la couverture des tests

# L'instruction `if`

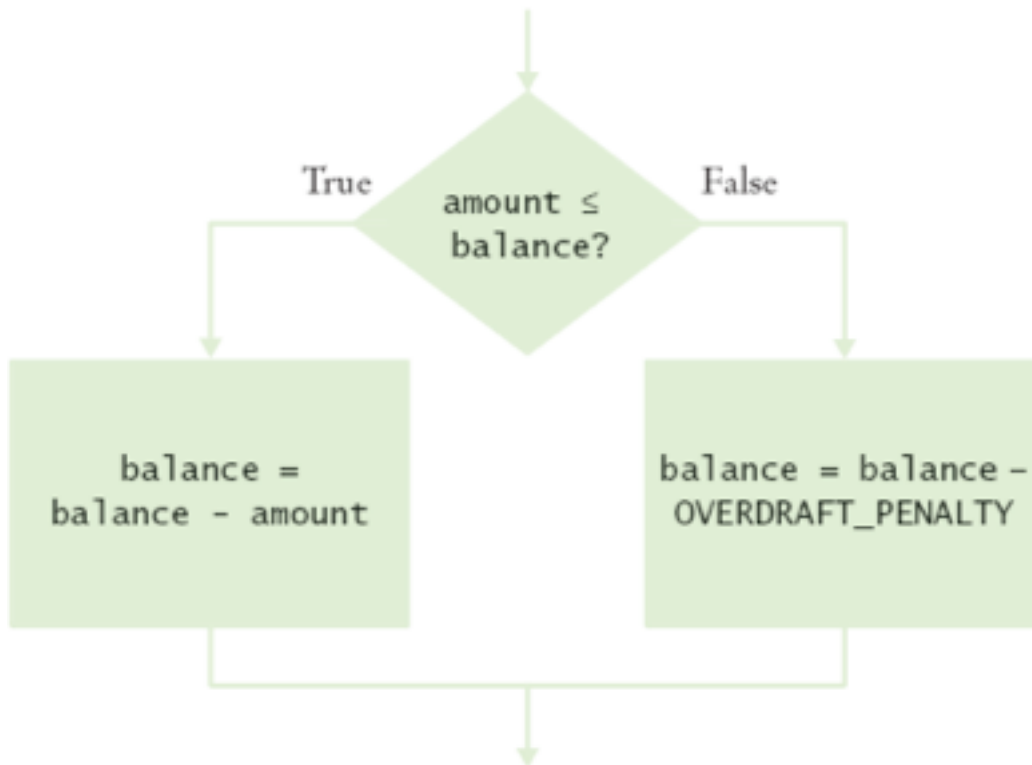
- L'instruction `if` permet à un programme d'exécuter des traitements différents selon une condition

```
If (amount <= balance)
 balance = balance - amount;
```



# Les instructions `if/else`

```
If (amount <= balance)
balance = balance - amount;
else
balance = balance - OVERDRAFT_PENALTY
```





# Différents types d'instructions

---

- Instruction simple

```
balance = balance - amount;
```

- Instruction composée

```
if (balance >= amount) balance = balance - amount;
```

et

while, for, etc. (voir partie suivante)

- Bloc d'instructions

```
{
 double newBalance = balance - amount;
 balance = newBalance;
}
```

# Syntaxe L'instruction `if`

```
if (condition)
 statement
if (condition)
 statement1
else
```

## Exemple :

```
if (amount <= balance)
 balance = balance - amount;
if (amount <= balance)
 balance = balance - amount;
else
```

## Objectif :

Exécuter une instruction lorsqu'une condition est vraie ou fausse.

# Syntaxe Bloc d'instructions

```
{
 statement1
 statement2
 . . .
}
```

## Exemple :

```
{
 double newBalance = balance - amount;
 balance = newBalance;
}
```

## Objectif :

Regrouper plusieurs instructions pour former une instructions.

# Comparaison de valeurs : Opérateurs relationnels

- Opérateurs relationnels compare des valeurs

| Java | Notation | Description         |
|------|----------|---------------------|
| >    | >        | Supérieur à         |
| >=   | ≥        | Supérieur ou égal à |
| <    | <        | Inférieur à         |
| <=   | ≤        | Inférieur ou égal à |
| ==   | =        | Egalité             |
| !=   | ≠        | Différence          |

- L'opérateur == dénote le test d'égalité

```
a = 5; // Affecter 5 à la variable a
```

```
if (a == 5) . . . // Test si a est égal à 5
```

# Comparaison de nombres à virgule flottante

- Le code suivant :

```
double r = Math.sqrt(2);
double d = r * r - 2;
if (d == 0)
 System.out.println("sqrt(2) squared minus 2 is 0");
else
 System.out.println("sqrt(2) squared minus 2 is not 0
 but " + d);
```

- Affiche :

```
sqrt(2) squared minus 2 is not 0 but 4.440892098500626E-16
```

## Comparaison de nombres à virgule flottante /2

- Afin d'éviter les erreurs dûs au arrondis, n'utilisez pas `==` pour comparer des nombres réels.
- Pour comparer des valeurs réelles, testez si elles sont suffisamment *proches* :

$$|x - y| \leq \varepsilon$$

```
final double EPSILON = 1E-14;
```

```
if (Math.abs(x - y) <= EPSILON)
```

```
 // x est approximativement égal à y
```

- $\varepsilon$  est un nombre infiniment petit tel que  $10^{-14}$

# Comparaison de chaînes de caractères

- N'utilisez pas `==` pour des chaînes de caractères

```
if (input == "Y") // FAUX!!!
```

- Utilisez la méthode `equals` :

```
if (input.equals("Y"))
```

- `==` teste l'identité, `equals` teste l'égalité de contenu

- Pour tester de manière non sensible à la case ("Y" ou "y")

```
if (input.equalsIgnoreCase("Y"))
```

# Comparaison de chaînes de caractères /2

- `s.compareTo(t) < 0` signifie :  
s précède t dans le dictionnaire
- "car" précède "cargo"
- Les majuscules précèdent les minuscules  
"Hello" précède "car"

- Ordre lexicographique

c a r g o

c a t h o d e



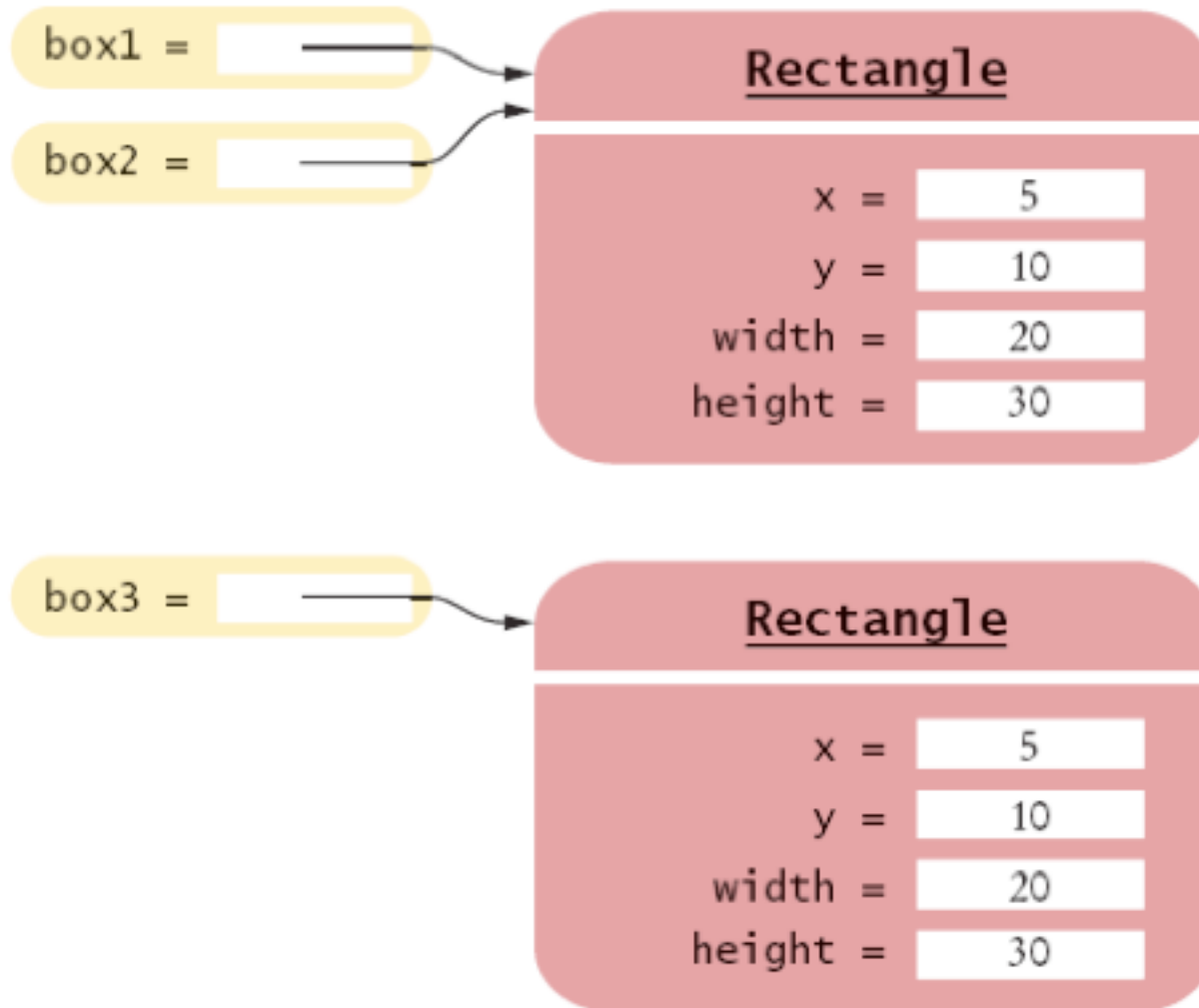
Letters r comes  
match before t



# Comparaison d'objets

- `==` teste l'identité, `equals` pour des contenus identiques
- ```
Rectangle box1 = new Rectangle(5, 10, 20, 30);  
Rectangle box2 = box1;
```
- ```
Rectangle box3 = new Rectangle(5, 10, 20, 30);
box1 != box3,
```
- **mais** `box1.equals(box3)`  
`box1 == box2`
- **Remarque** : `equals` doit être définie dans la classe

# Comparaison d'objets (de références d'objets) /2



# Tester la référence null

- La référence `null` ne référence aucun objet

```
String middleInitial = null; // Not set
if (. . .)
 middleInitial = middleName.substring(0, 1);
```

- Elle peut être utilisée dans les tests :

```
if (middleInitial == null)
 System.out.println(firstName + " " + lastName);
else
 System.out.println(firstName + " " + middleInitial +
 ". " + lastName);
```

- Utiliser `==` et non pas `equals` pour tester par rapport à `null`
- `null` n'est pas la même chose que la chaîne vide `""`

# Alternatives multiples : Séquences de comparaisons

```
if (condition1)
 statement1;
else if (condition2)
 statement2;
 . . .
else
 statement4;
```

- La première condition satisfaite déclenche son exécution
- L'ordre a son importance

```
if (richter >= 0) // toujours testé
 r = "Generally not felt by people";
else if (richter >= 3.5) // jamais testé
 r = "Felt by many people, no destruction";
 . . .
```

## Alternatives multiples : Séquences de comparaisons /2

- N'omettez pas l'instruction `else`

```
if (richter >= 8.0)
 r = "Most structures fall";
if (richter >= 7.0) // else omis -- ERREUR
 r = "Many buildings destroyed"
```

## ch05/quake/Earthquake.java

```
01: /**
02: A class that describes the effects of an earthquake.
03: */
04: public class Earthquake
05: {
06: /**
07: Constructs an Earthquake object.
08: @param magnitude the magnitude on the Richter scale
09: */
10: public Earthquake(double magnitude)
11: {
12: richter = magnitude;
13: }
14:
15: /**
16: Gets a description of the effect of the earthquake.
17: @return the description of the effect
18: */
19: public String getDescription()
20: {
```

## ch05/quake/Earthquake.java /2

```
21: String r;
22: if (richter >= 8.0)
23: r = "Most structures fall";
24: else if (richter >= 7.0)
25: r = "Many buildings destroyed";
26: else if (richter >= 6.0)
27: r = "Many buildings considerably damaged, some collapse";
28: else if (richter >= 4.5)
29: r = "Damage to poorly constructed buildings";
30: else if (richter >= 3.5)
31: r = "Felt by many people, no destruction";
32: else if (richter >= 0)
33: r = "Generally not felt by people";
34: else
35: r = "Negative numbers are not valid";
36: return r;
37: }
38:
39: private double richter;
40: }
```

## ch05/quake/EarthquakeRunner.java

```
01: import java.util.Scanner;
02:
03: /**
04: This program prints a description of an earthquake of a given
magnitude.
05: */
06: public class EarthquakeRunner
07: {
08: public static void main(String[] args)
09: {
10: Scanner in = new Scanner(System.in);
11:
12: System.out.print("Enter a magnitude on the Richter scale: ");
13: double magnitude = in.nextDouble();
14: Earthquake quake = new Earthquake(magnitude);
15: System.out.println(quake.getDescription());
16: }
17: }
```

### Output:

Enter a magnitude on the Richter scale: 7.1 Many buildings destroyed



## Alternatives multiples : branches imbriquées

- Branche imbriquée dans une autre branche

```
if (condition1)
{
 if (condition1a)
 statement1a;
 else
 statement1b;
}
else
 statement2;
```

# Exemple : Déclaration d'impôts

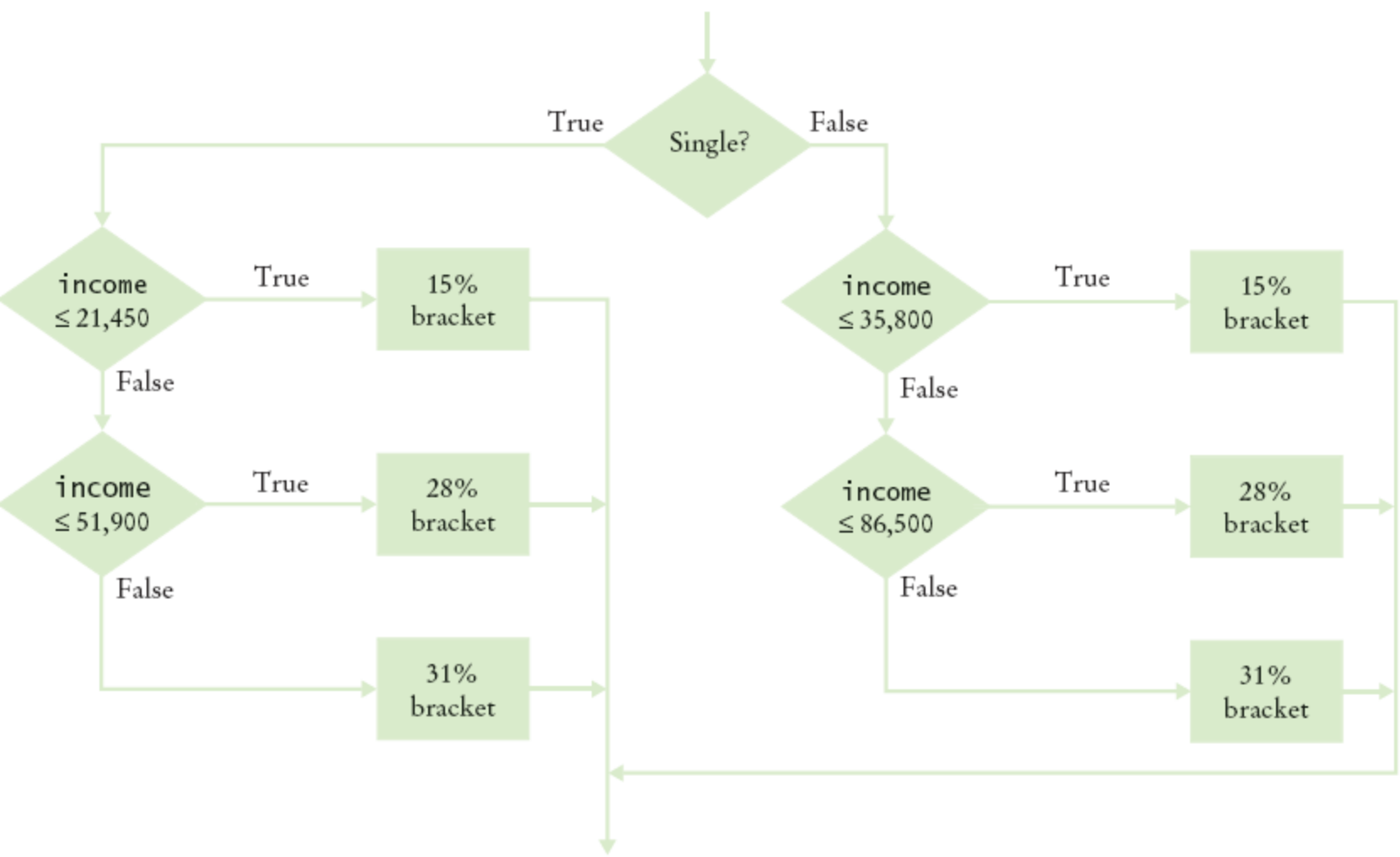
| If your filing status is Single      |            | If your filing status is Married     |            |
|--------------------------------------|------------|--------------------------------------|------------|
| Tax Bracket                          | Percentage | Tax Bracket                          | Percentage |
| \$0 . . . \$21,450                   | 15%        | 0 . . . \$35,800                     | 15%        |
| Amount over \$21,450, up to \$51,900 | 28%        | Amount over \$35,800, up to \$86,500 | 28%        |
| Amount over \$51,900                 | 31%        | Amount over \$86,500                 | 31%        |

## Branches imbriquées

---

- Calcul du niveau d'imposition en fonction d'un status et du niveau de revenu  
(1) condition sur le status, (2) pour chaque status condition sur le niveau de revenu
- Ce processus de décision à 2 niveaux se reflète dans les 2 niveaux d'imbrications des instructions `if`
- Le test sur le niveau de revenu est *imbriqué* dans le test sur le status

# Branches imbriquées /2



**Figure 5** Income Tax Computation Using 1992 Schedule

## ch05/tax/TaxReturn.java

```
01: /**
02: A tax return of a taxpayer in 1992.
03: */
04: public class TaxReturn
05: {
06: /**
07: Constructs a TaxReturn object for a given income and
08: marital status.
09: @param anIncome the taxpayer income
10: @param aStatus either SINGLE or MARRIED
11: */
12: public TaxReturn(double anIncome, int aStatus)
13: {
14: income = anIncome;
15: status = aStatus;
16: }
17:
18: public double getTax()
19: {
20: double tax = 0;
21:
22: if (status == SINGLE)
23: {
```

## ch05/tax/TaxReturn.java /2

```
24: if (income <= SINGLE_BRACKET1)
25: tax = RATE1 * income;
26: else if (income <= SINGLE_BRACKET2)
27: tax = RATE1 * SINGLE_BRACKET1
28: + RATE2 * (income - SINGLE_BRACKET1);
29: else
30: tax = RATE1 * SINGLE_BRACKET1
31: + RATE2 * (SINGLE_BRACKET2 - SINGLE_BRACKET1)
32: + RATE3 * (income - SINGLE_BRACKET2);
33: }
34: else
35: {
36: if (income <= MARRIED_BRACKET1)
37: tax = RATE1 * income;
38: else if (income <= MARRIED_BRACKET2)
39: tax = RATE1 * MARRIED_BRACKET1
40: + RATE2 * (income - MARRIED_BRACKET1);
41: else
42: tax = RATE1 * MARRIED_BRACKET1
43: + RATE2 * (MARRIED_BRACKET2 - MARRIED_BRACKET1)
44: + RATE3 * (income - MARRIED_BRACKET2);
45: }
46:
```

## ch05/tax/TaxReturn.java /3

```
47: return tax;
48: }
49:
50: public static final int SINGLE = 1;
51: public static final int MARRIED = 2;
52:
53: private static final double RATE1 = 0.15;
54: private static final double RATE2 = 0.28;
55: private static final double RATE3 = 0.31;
56:
57: private static final double SINGLE_BRACKET1 = 21450;
58: private static final double SINGLE_BRACKET2 = 51900;
59:
60: private static final double MARRIED_BRACKET1 = 35800;
61: private static final double MARRIED_BRACKET2 = 86500;
62:
63: private double income;
64: private int status;
65: }
```

## ch05/tax/TaxCalculator.java

```
01: import java.util.Scanner;
02:
03: /**
04: This program calculates a simple tax return.
05: */
06: public class TaxCalculator
07: {
08: public static void main(String[] args)
09: {
10: Scanner in = new Scanner(System.in);
11:
12: System.out.print("Please enter your income: ");
13: double income = in.nextDouble();
14:
15: System.out.print("Are you married? (Y/N) ");
16: String input = in.next();
17: int status;
18: if (input.equalsIgnoreCase("Y"))
19: status = TaxReturn.MARRIED;
20: else
21: status = TaxReturn.SINGLE;
22:
```



## ch05/tax/TaxCalculator.java /2

```
23: TaxReturn aTaxReturn = new TaxReturn(income, status);
24:
25: System.out.println("Tax: "
26: + aTaxReturn.getTax());
27: }
28: }
```

### Output:

Please enter your income: **50000**

Are you married? (Y/N) **N**

Tax: 11211.5

# Utilisation des expressions booléennes : le type `boolean`



George Boole (1815-1864): logicien, mathématicien, et philosophe. Créateur d'une logique dite la logique de Boole

- valeur d'une expression `amount < 1000` est `true` ou `false`.
- type `boolean` : une de ces deux valeurs de vérité

# Utilisation des expressions booléennes : Prédicat

- Un prédicat est une méthode retournant une valeur booléenne

```
public boolean isOverdrawn()
{
 return balance < 0;
}
```

- Peut être utilisé dans des expressions conditionnelles

```
if (harrysChecking.isOverdrawn())
```

- **Exemple : prédicats de la classe** `Character` :  
`isDigit`, `isLetter`, `isUpperCase`, `isLowerCase`

- `if (Character.isUpperCase(ch)) ...`

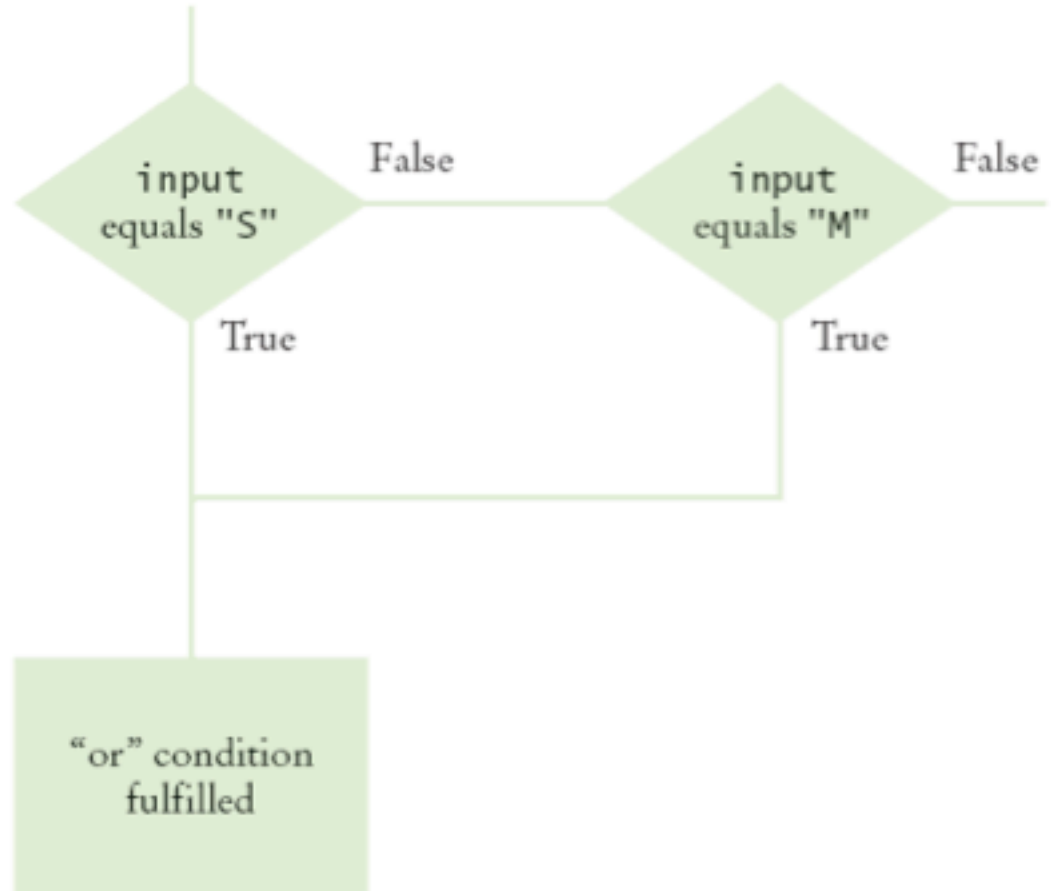
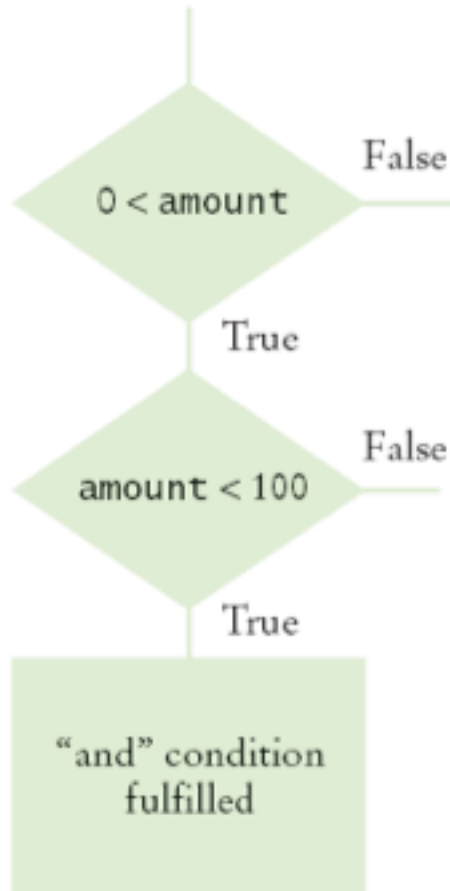
- **prédicats de la classe** `Scanner` :

```
hasNextInt() et hasNextDouble()
if (in.hasNextInt()) n = in.nextInt();
```

# Utilisation des expressions booléennes : Opérateurs

- `&&`    **et**
- `||`    **ou**
- `!`    **négation**
- `if (0 < amount && amount < 1000) . . .`
- `if (input.equals("S") || input.equals("M")) ...`

# Opérateurs && et ||



# Tables de vérité

| <b>A</b> | <b>B</b>   | <b>A &amp;&amp; B</b> |
|----------|------------|-----------------------|
| true     | true       | true                  |
| true     | false      | false                 |
| false    | <i>Any</i> | false                 |

| <b>A</b> | <b>B</b>   | <b>A    B</b> |
|----------|------------|---------------|
| true     | <i>Any</i> | true          |
| false    | true       | true          |
| false    | false      | false         |

| <b>A</b> | <b>! A</b> |
|----------|------------|
| true     | false      |
| false    | true       |

# Utilisation de variables booléennes

- `private boolean married;`
- Affecte la valeur de vérité dans une variable :  
`married = input.equals("M");`
- Utilisation dans des conditionnelles :  
`if (married) . . . else . . . if (!married) . . .`
- Parfois dénommé drapeau (*flag*)
- Il est inutile d'écrire  
`if (married == true) . . .`
- Il suffit simplement d'écrire  
`if (married) . . .`

# 5<sup>ème</sup> Partie : Itérations



## Objectifs de cette partie

---

- Savoir écrire des programmes comportant des boucles en utilisant les instructions `while`, `for`, et `do`
- Eviter les boucles infinies et les erreurs de dépassement de pas
- Comprendre le fonctionnement des boucles imbriquées

# Boucles `while`

---

- Exécute un bloc de code de manière répétitive
- Une condition contrôle jusqu'à quand la boucle doit s'exécuter

```
while (condition)
 statement
```

- Généralement, l'instruction `statement` est un bloc d'instructions (délimitées par `{ }`)

# Calcul l'accroissement d'un investissement

- Investissement de \$10,000, 5% d'intérêt chaque année

| Année | Balance     |
|-------|-------------|
| 0     | \$10,000    |
| 1     | \$10,500    |
| 2     | \$11,025    |
| 3     | \$11,576.25 |
| 4     | \$12,155.06 |
| 5     | \$12,762.82 |

## Calcul l'accroissement d'un investissement /2

- Quand un compte bancaire a t-il atteint une somme précise ?
- ```
while (balance < targetBalance)
{
    years++;
    double interest = balance * rate / 100;
    balance = balance + interest;
}
```

ch06/invest1/Investment.java

```
01: /**
02:     A class to monitor the growth of an investment that
03:     accumulates interest at a fixed annual rate.
04: */
05: public class Investment
06: {
07:     /**
08:         Constructs an Investment object from a starting balance and
09:         interest rate.
10:         @param aBalance the starting balance
11:         @param aRate the interest rate in percent
12:     */
13:     public Investment(double aBalance, double aRate)
14:     {
15:         balance = aBalance;
16:         rate = aRate;
17:         years = 0;
18:     }
19:
20:     /**
21:         Keeps accumulating interest until a target balance has
22:         been reached.
23:         @param targetBalance the desired balance
24:     */
```

ch06/invest1/Investment.java /2

```
25:     public void waitForBalance(double targetBalance)
26:     {
27:         while (balance < targetBalance)
28:         {
29:             years++;
30:             double interest = balance * rate / 100;
31:             balance = balance + interest;
32:         }
33:     }
34:
35:     /**
36:      Gets the current investment balance.
37:      @return the current balance
38:     */
39:     public double getBalance()
40:     {
41:         return balance;
42:     }
43:
44:     /**
45:      Gets the number of years this investment has accumulated
46:      interest.
```

ch06/invest1/Investment.java /3

```
47:         @return the number of years since the start of the investment
48:     */
49:     public int getYears()
50:     {
51:         return years;
52:     }
53:
54:     private double balance;
55:     private double rate;
56:     private int years;
57: }
```

ch06/invest1/InvestmentRunner.java

```
01: /**
02:     This program computes how long it takes for an investment
03:     to double.
04: */
05: public class InvestmentRunner
06: {
07:     public static void main(String[] args)
08:     {
09:         final double INITIAL_BALANCE = 10000;
10:         final double RATE = 5;
11:         Investment invest = new Investment(INITIAL_BALANCE, RATE);
12:         invest.waitForBalance(2 * INITIAL_BALANCE);
13:         int years = invest.getYears();
14:         System.out.println("The investment doubled after "
15:             + years + " years");
16:     }
17: }
```


Output:

The investment doubled after 15 years

Flowchart While

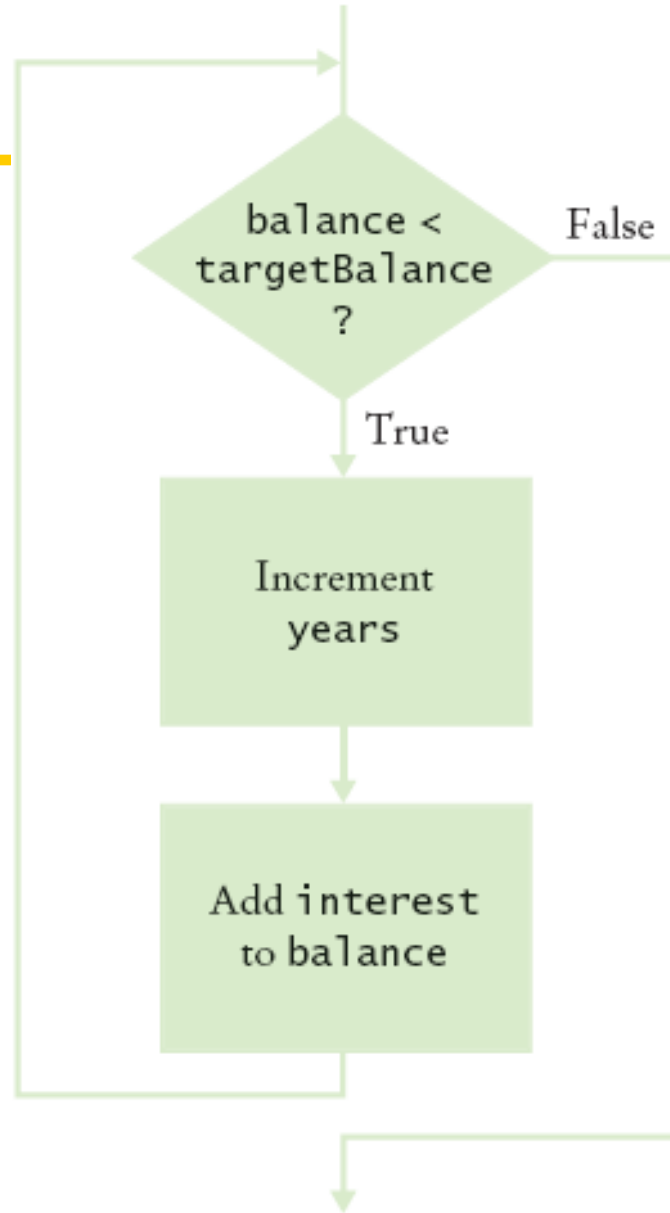


Figure 1 Flowchart of a while Loop

Syntaxe Instruction `while`

```
while (condition)  
    statement
```

Exemple:

```
while (balance < targetBalance)  
{  
    years++;  
    double interest = balance * rate / 100;  
    balance = balance + interest;  
}
```

Objectif :

Exécuter de manière répétitive (tant que la condition est vraie) une séquence d'instructions.

Erreur courante : boucle infinie

- ```
int years = 0;
while (years < 20)
{
 double interest = balance * rate / 100;
 balance = balance + interest;
}
```
- ```
int years = 20;
while (years > 0)
{
    years++; // Oops, should have been years-
    double interest = balance * rate / 100;
    balance = balance + interest;
}
```
- La boucle s'exécute infiniment – le programme doit être tué

Erreur courante : dépassement limite

```
• int years = 0;
  while (balance < 2 * initialBalance)
  {
    years++;
    double interest = balance * rate / 100;
    balance = balance + interest;
  }
  System.out.println("The investment reached the target
    after " + years + " years.");
```

Est-ce que `years` doit débiter à 0 ou à 1 ?

Est-ce que le test doit être `<` ou `<=` ?

Eviter ce type d'erreur

- Considérer le scénario avec des valeurs simples :
initialisation `balance: $100`
intérêt `rate: 50%`
après 1 an, `balance` est égale à \$150
après 2 ans, elle est égale à \$225, soit plus de \$200
donc l'investissement a doublé en 2 ans
La boucle s'est exécutée 2 fois, incrémentant `years` chaque fois
Donc : `years` doit être initialisé à 0, et non pas 1.
- intérêt: 100%
après 1 an : `balance` est égale à $2 * \text{initialBalance}$
la boucle doit s'arrêter
Donc : la condition doit utiliser `<`
- Penser! Ne compiler pas bêtement en essayant des valeurs au hasard

Boucles do

- Execute le corps de la boucle au moins une fois :

```
do
```

```
    statement
```

```
while (condition);
```

- Exemple: Valider une saisie

```
double value;
```

```
do
```

```
{
```

```
    System.out.print("Please enter a positive number: ");
```

```
    value = in.nextDouble();
```

```
}
```

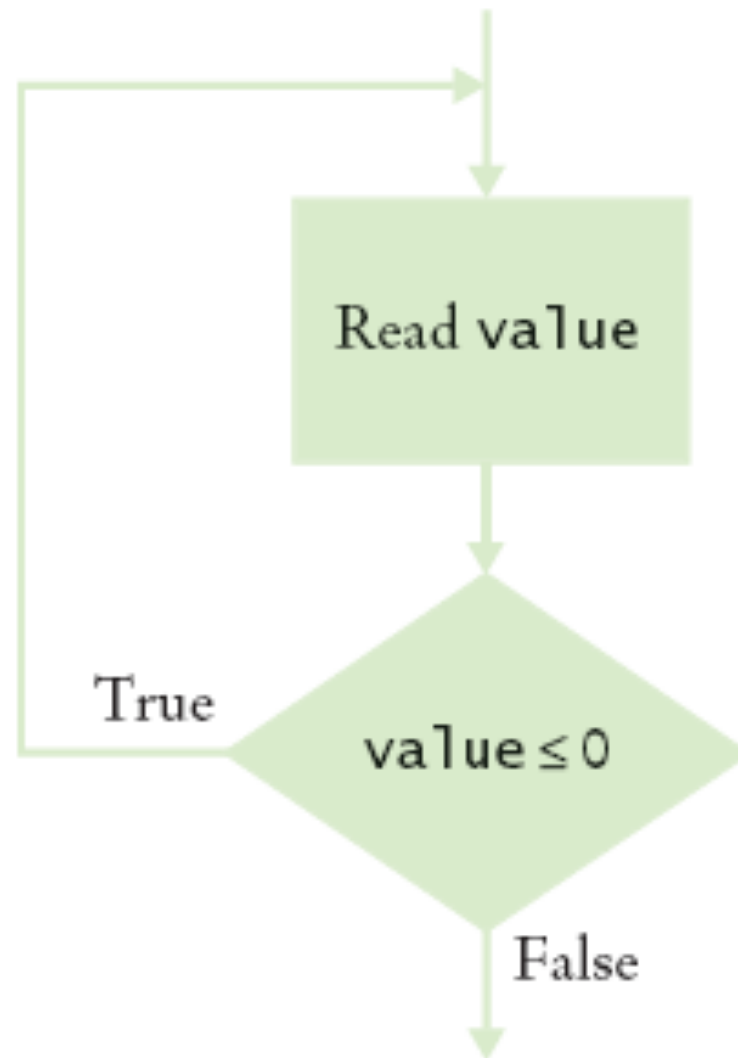
```
while (value <= 0);
```

Boucles do /2

- Alternative :

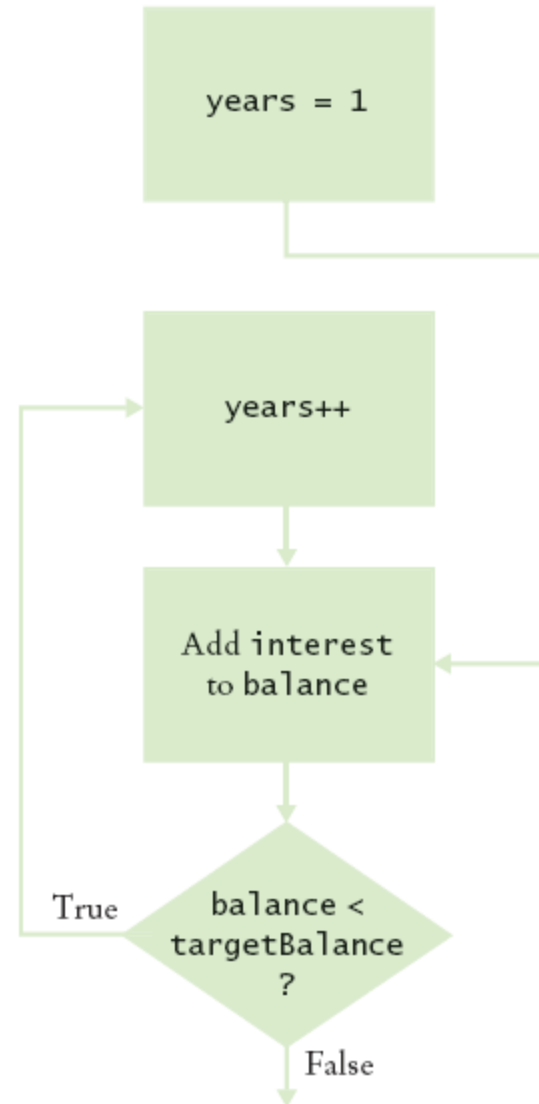
```
boolean done = false;
while (!done)
{
    System.out.print("Please enter a positive number: ");
    value = in.nextDouble();
    if (value > 0) done = true;
}
```


Flowchart do



Flowchart of a do Loop

Code Spaghetti



Spaghetti Code

Boucles for

- `for (initialization; condition; update)`
`statement`
- **Exemple :**

```
for (int i = 1; i <= n; i++)  
{  
    double interest = balance * rate / 100;  
    balance = balance + interest;  
}
```
- **Equivalent à**

```
initialization;  
while (condition)  
{ statement;  
  update; }
```

Boucles for /2

- Autres exemples:

```
for (years = n; years > 0; years--) . . .
```

```
for (x = -10; x <= 10; x = x + 0.5) . . .
```

Flowchart for

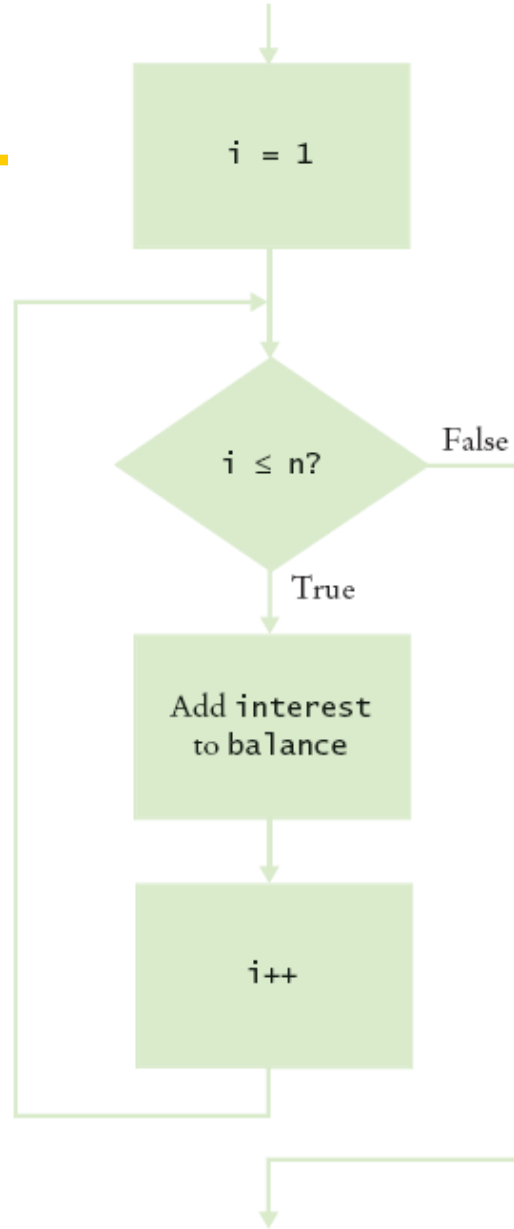


Figure 2 Flowchart of a for Loop

Syntaxe Instruction `for`

```
for (initialization; condition; update)  
    statement
```

Exemple:

```
for (int i = 1; i <= n; i++)  
{  
    double interest = balance * rate / 100;  
    balance = balance + interest;  
}
```

Objectif :

Initialiser une variable, puis exécuter un bloc d'instruction et mettre à jour une expression tant qu'une condition est vraie.

ch06/invest2/Investment.java

```
01: /**
02:     A class to monitor the growth of an investment that
03:     accumulates interest at a fixed annual rate
04: */
05: public class Investment
06: {
07:     /**
08:         Constructs an Investment object from a starting balance and
09:         interest rate.
10:         @param aBalance the starting balance
11:         @param aRate the interest rate in percent
12:     */
13:     public Investment(double aBalance, double aRate)
14:     {
15:         balance = aBalance;
16:         rate = aRate;
17:         years = 0;
18:     }
19:
20:     /**
21:         Keeps accumulating interest until a target balance has
22:         been reached.
```

ch06/invest2/Investment.java /2

```
23:         @param targetBalance the desired balance
24:     */
25:     {
26:         while (balance < targetBalance)
27:         {
28:             years++;
29:             double interest = balance * rate / 100;
30:             balance = balance + interest;
31:         }
32:     }
33:
34: /**
35:     Keeps accumulating interest for a given number of years.
36:     @param n the number of years
37: */
38: public void waitYears(int n)
39: {
40:     for (int i = 1; i <= n; i++)
41:     {
42:         double interest = balance * rate / 100;
43:         balance = balance + interest;
```


ch06/invest2/Investment.java /3

```
45:         }
46:         years = years + n;
47:     }
48:
49:     /**
50:      * Gets the current investment balance.
51:      * @return the current balance
52:      */
53:     public double getBalance()
54:     {
55:         return balance;
56:     }
57:
58:     /**
59:      * Gets the number of years this investment has accumulated
60:      * interest.
61:      * @return the number of years since the start of the investment
62:      */
63:     public int getYears()
64:     {
65:         return years;
66:     }
```

ch06/invest2/Investment.java /4

```
67:
68:     private double balance;
69:     private double rate;
70:     private int years;
71: }
```

ch06/invest2/InvestmentRunner.java

```
01: /**
02:     This program computes how much an investment grows in
03:     a given number of years.
04: */
05: public class InvestmentRunner
06: {
07:     public static void main(String[] args)
08:     {
09:         final double INITIAL_BALANCE = 10000;
10:         final double RATE = 5;
11:         final int YEARS = 20;
12:         Investment invest = new Investment(INITIAL_BALANCE, RATE);
13:         invest.waitYears(YEARS);
14:         double balance = invest.getBalance();
15:         System.out.printf("The balance after %d years is %.2f\n",
16:             YEARS, balance);
17:     }
18: }
```

Output:

The balance after 20 years is 26532.98

Erreur courant : Point virgule

- Point virgule manquant

```
for (years = 1;  
    (balance = balance + balance * rate / 100) <  
        targetBalance;  
    years++)  
    System.out.println(years);
```

- Point virgule qui ne devrait pas être là

```
sum = 0;  
for (i = 1; i <= 10; i++);  
    sum = sum + i;  
System.out.println(sum);
```

Boucles imbriquées

- Créer un motif en triangle

```
[]  
[] []  
[] [] []  
[] [] [] []
```

- Boucle “sur les lignes”

```
for (int i = 1; i <= n; i++)  
{  
    // dessiner une ligne du triangle  
}
```

- *Dessiner une ligne du triangle* est une autre boucle

```
for (int j = 1; j <= i; j++)  
    r = r + "[]";  
r = r + "\n";
```

- Assembler les deux boucles → Boucles imbriquées

ch06/triangle1/Triangle.java

```
01: /**
02:     This class describes triangle objects that can be displayed
03:     as shapes like this:
04:     []
05:     [] []
06:     [] [] []
07: */
08: public class Triangle
09: {
10:     /**
11:         Constructs a triangle.
12:         @param aWidth the number of [] in the last row of the triangle.
13:     */
14:     public Triangle(int aWidth)
15:     {
16:         width = aWidth;
17:     }
18:
19:     /**
20:         Computes a string representing the triangle.
21:         @return a string consisting of [] and newline characters
22:     */
```

ch06/triangle1/Triangle.java /2

```
23:     public String toString()
24:     {
25:         String r = "";
26:         for (int i = 1; i <= width; i++)
27:         {
28:             // Make triangle row
29:             for (int j = 1; j <= i; j++)
30:                 r = r + "[";
31:             r = r + "\n";
32:         }
33:         return r;
34:     }
35:
36:     private int width;
37: }
```

File TriangleRunner.java

```
01: /**
02:     This program prints two triangles.
03: */
04: public class TriangleRunner
05: {
06:     public static void main(String[] args)
07:     {
08:         Triangle small = new Triangle(3);
09:         System.out.println(small.toString());
10:
11:         Triangle large = new Triangle(13);
12:         System.out.println(large.toString());
13:     }
14: }
```


File TriangleRunner.java /2

Output:

```
[]  
[] []  
[] [] []  
  
[]  
[] []  
[] [] []  
[] [] [] []  
[] [] [] [] []  
[] [] [] [] [] []  
[] [] [] [] [] [] []  
[] [] [] [] [] [] [] []  
[] [] [] [] [] [] [] [] []  
[] [] [] [] [] [] [] [] [] []  
[] [] [] [] [] [] [] [] [] [] []  
[] [] [] [] [] [] [] [] [] [] [] []  
[] [] [] [] [] [] [] [] [] [] [] [] []
```

Manipuler des “marqueurs”

- Marqueur : Utiliser pour indiquer la fin d’une série de données

```
System.out.print("Enter value, Q to quit: ");
String input = in.next();
if (input.equalsIgnoreCase("Q"))
    We are done
else
{
    double x = Double.parseDouble(input);
    . . .
}
```

Demi-boucle

- Parfois, la condition de terminaison d'une boucle doit être évaluée au milieu de la boucle
- Il faut introduire une variable booléenne pour contrôler l'exécution de la boucle :

```
boolean done = false;
while (!done)
{
    Print prompt
    String input = read input;
    if (end of input indicated)
        done = true;
    else
    {
        Process input
    }
}
```

ch06/dataset/DataAnalyzer.java

```
01: import java.util.Scanner;
02:
03: /**
04:     This program computes the average and maximum of a set
05:     of input values.
06: */
07: public class DataAnalyzer
08: {
09:     public static void main(String[] args)
10:     {
11:         Scanner in = new Scanner(System.in);
12:         DataSet data = new DataSet();
13:
14:         boolean done = false;
15:         while (!done)
16:         {
17:             System.out.print("Enter value, Q to quit: ");
18:             String input = in.next();
19:             if (input.equalsIgnoreCase("Q"))
20:                 done = true;
```

ch06/dataset/DataAnalyzer.java /2

```
21:         else
22:         {
23:             double x = Double.parseDouble(input);
24:             data.add(x);
25:         }
26:     }
27:
28:     System.out.println("Average = " + data.getAverage());
29:     System.out.println("Maximum = " + data.getMaximum());
30: }
31: }
```

ch06/dataset/DataSet.java

```
01: /**
02:     Computes the average of a set of data values.
03: */
04: public class DataSet
05: {
06:     /**
07:         Constructs an empty data set.
08:     */
09:     public DataSet()
10:     {
11:         sum = 0;
12:         count = 0;
13:         maximum = 0;
14:     }
15:
16:     /**
17:         Adds a data value to the data set
18:         @param x a data value
19:     */
20:     public void add(double x)
21:     {
```

ch06/dataset/DataSet.java /2

```
22:         sum = sum + x;
23:         if (count == 0 || maximum < x) maximum = x;
24:         count++;
25:     }
26:
27:     /**
28:      Gets the average of the added data.
29:      @return the average or 0 if no data has been added
30:     */
31:     public double getAverage()
32:     {
33:         if (count == 0) return 0;
34:         else return sum / count;
35:     }
36:
37:     /**
38:      Gets the largest of the added data.
39:      @return the maximum or 0 if no data has been added
40:     */
```

ch06/dataset/DataSet.java /3

```
41:     public double getMaximum()  
42:     {  
43:         return maximum;  
44:     }  
45:  
46:     private double sum;  
47:     private double maximum;  
48:     private int count;  
49: }
```

Output:

```
Enter value, Q to quit: 10  
Enter value, Q to quit: 0  
Enter value, Q to quit: -1  
Enter value, Q to quit: Q  
Average = 3.0  
Maximum = 10.0
```


6^{ème} Partie : Tableaux à taille fixe et Tableaux dynamiques

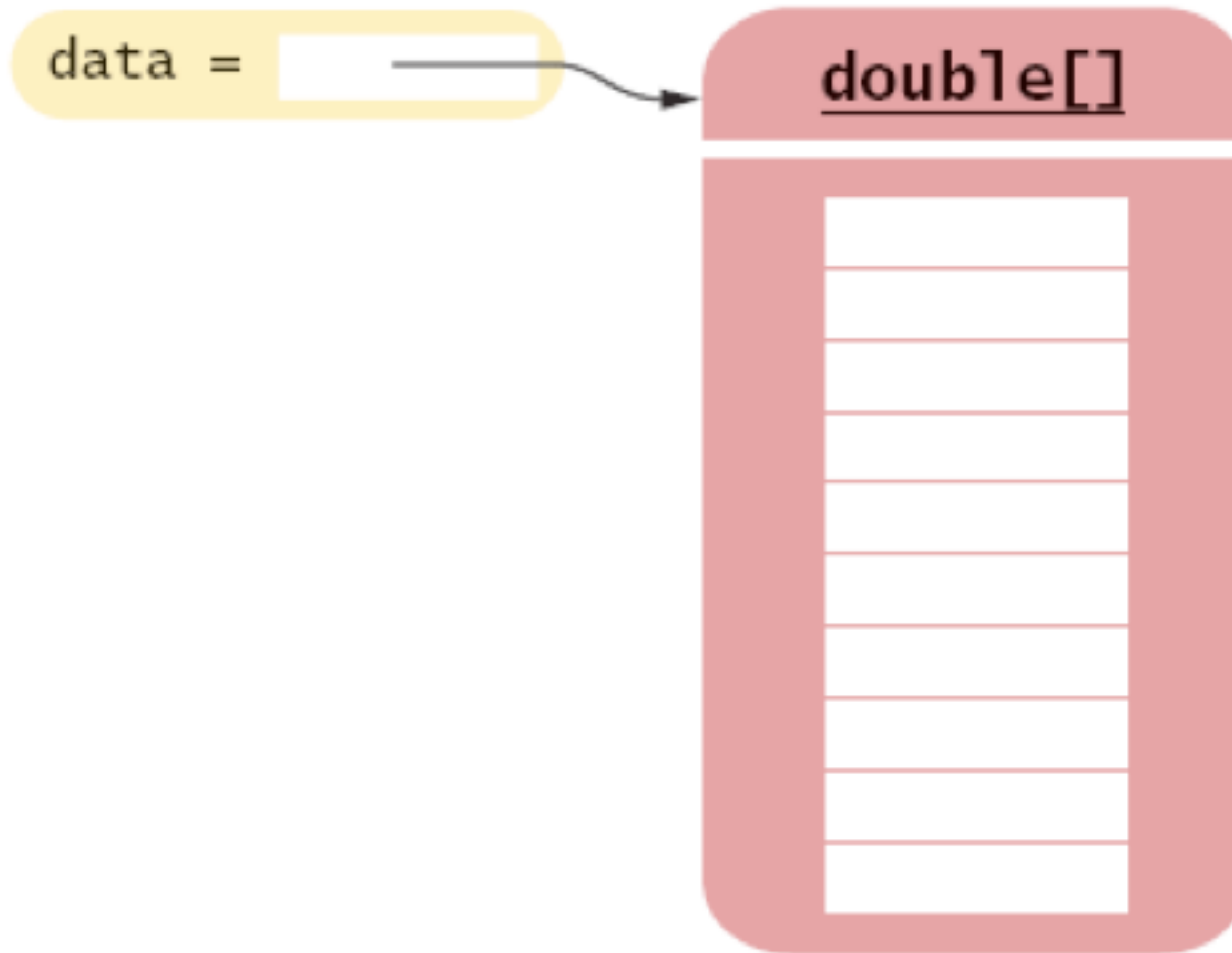
Objectifs de cette partie

- Comprendre la différence entre tableaux à taille fixe et tableaux dynamiques
- Découvrir les classes enveloppes (*wrapper*), l'auto-boxing, et la généralisation des boucles
- Etudier les algorithmes classiques sur les tableaux
- Découvrir les tableaux à 2 dimensions
- Savoir quand utiliser des tableaux à taille fixe ou des tableaux dynamiques dans vos programmes
- Implémenter des tableaux partiellement remplis
- Comprendre le concept de test de regression

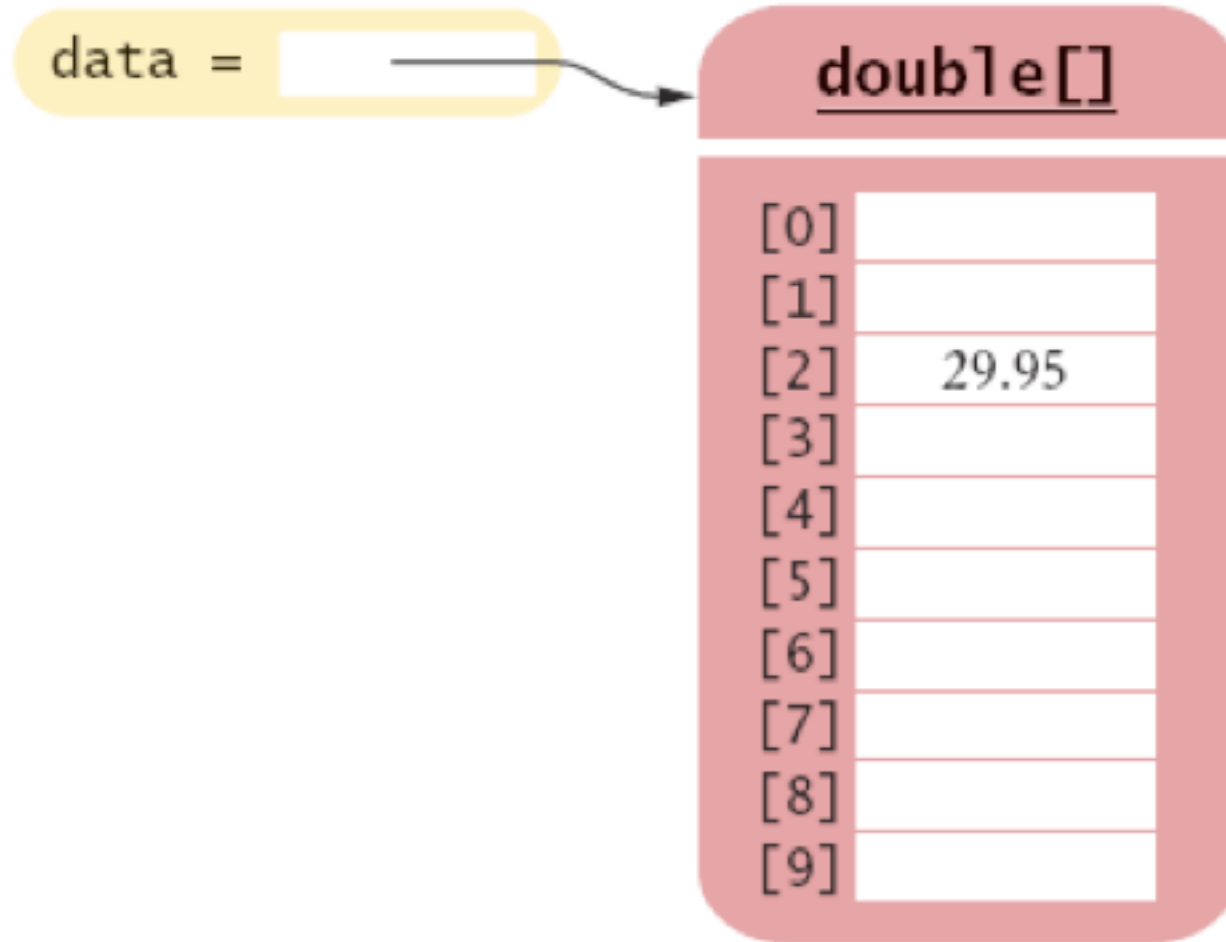
Tableaux

- Tableau : Séquence de valeur du même type
- Construction d'un tableau :
`new double[10]`
- Stocké dans une variable de type `double[]`
`double[] data = new double[10];`
- Quand un tableau est créé, toutes ses valeurs sont initialisées à une valeur par défaut :
 - Nombre : `0`
 - Booléen : `false`
 - Référence d'objet : `null`

Tableaux - Référence



Tableaux – Affectation d'une valeur



Tableaux

- Utilisation d'une valeur stockée :

```
System.out.println("The value of this data item is "  
    + data[4]);
```
- Taille d'un tableau : `data.length` (C'est n'est pas une methode!)
- Intervalle des indices : de 0 à `length - 1`
- Accès à un élément non existant déclenche une erreur de dépassement des bornes

```
double[] data = new double[10];  
data[10] = 29.95; // ERROR
```
- Limitation : Les tableaux ont une taille fixe

Syntaxe Construction d'un tableau

`new typeName[length]`

Exemple :

`new double[10]`

Objectif :

Construire un nouveau tableau dont le nombre d'élément est fixé.

Syntaxe Accès à un élément d'un tableau

arrayReference[*index*]

Exemple :

data[2]

Objectif :

Accéder à un élément d'un tableau par l'intermédiaire de son indice.

Questions

Quels sont les éléments contenus dans le tableau après l'exécution de cette séquence d'instructions ?

```
double[] data = new double[10];  
for (int i = 0; i < data.length; i++) data[i] = i * i;
```

Réponse : 0, 1, 4, 9, 16, 25, 36, 49, 64, 81, mais pas 100

Questions /2

Qu'affiche la séquence d'instructions suivantes? Ou quelle est l'erreur ? Quand cette erreur est-elle détectée (compilation ou exécution)?

a) `double[] a = new double[10];`
`System.out.println(a[0]);`

b) `double[] b = new double[10];`
`System.out.println(b[10]);`

c) `double[] c;`
`System.out.println(c[0]);`

Réponses :

a) 0

b) erreur à l'exécution : dépassement des bornes du tableau

c) erreur à la compilation : c n'est pas initialisée

Tableaux dynamiques : ArrayList

- La classe `ArrayList` gère une séquence d'objets
- Peut grandir et diminuer si nécessaire
- La classe `ArrayList` fournit les méthodes pour les tâches communes (insertion, suppression, ...)
- La classe `ArrayList` est une classe *générique* :
- `ArrayList<T>` contient des objets de type `T` :

```
ArrayList<BankAccount> accounts = new  
    ArrayList<BankAccount>();  
accounts.add(new BankAccount(1001));  
accounts.add(new BankAccount(1015));  
accounts.add(new BankAccount(1022));
```
- La méthode `size` retourne le nombre d'éléments stockés

Accès aux éléments d'un tableau dynamique ArrayList

- Utiliser la méthode `get`
- Les indices débutent à 0
- ```
BankAccount anAccount = accounts.get(2);
// récupère le 3ème élément du tableau
```
- Erreur de dépassement des bornes levée si hors des bornes actuelles
- Erreur de dépassement la plus courante :  

```
int i = accounts.size();
anAccount = accounts.get(i); // Error
//legal index values are 0. . .i-1
```

# Ajout d'éléments dans un tableau dynamique ArrayList

---

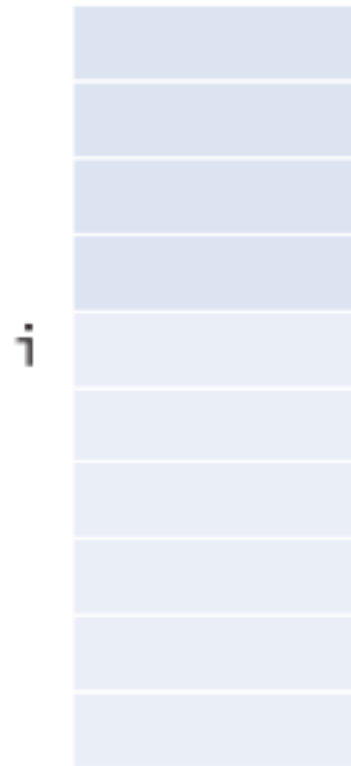
- **set écrase la valeur existante**

```
BankAccount anAccount = new BankAccount(1729);
accounts.set(2, anAccount);
```

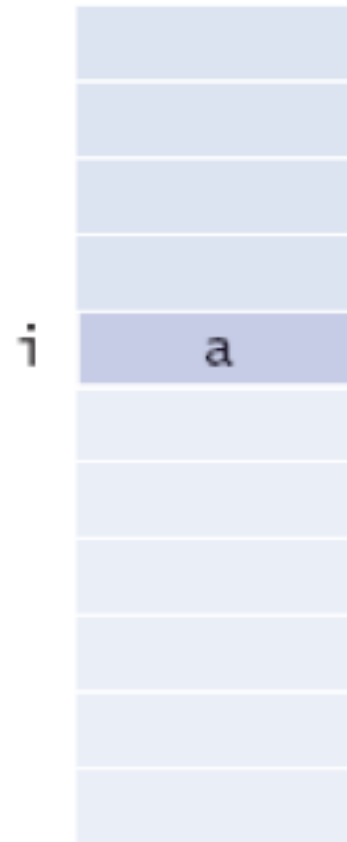
- **add insert une nouvelle valeur à l'indice fourni**

```
accounts.add(i, a)
```

# Ajout d'éléments dans un tableau dynamique ArrayList /2



Before

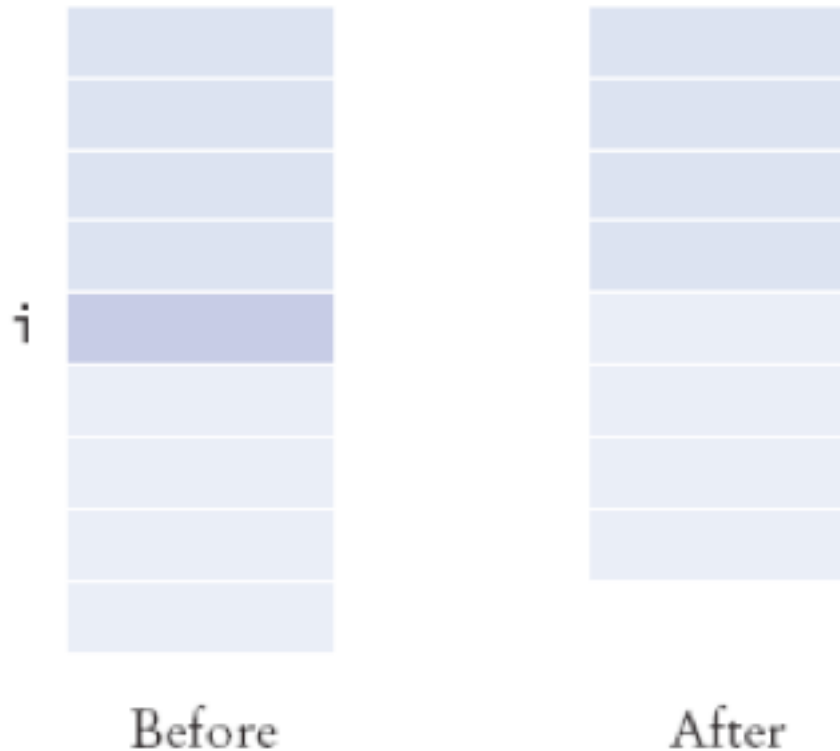


After

# Suppression d'éléments dans un tableau dynamique

Remove retire l'élément situé à un indice

```
accounts.remove(i)
```



## ch07/arraylist/ArrayListTester.java

```
01: import java.util.ArrayList;
02:
03: /**
04: This program tests the ArrayList class.
05: */
06: public class ArrayListTester
07: {
08: public static void main(String[] args)
09: {
10: ArrayList<BankAccount> accounts
11: = new ArrayList<BankAccount>();
12: accounts.add(new BankAccount(1001));
13: accounts.add(new BankAccount(1015));
14: accounts.add(new BankAccount(1729));
15: accounts.add(1, new BankAccount(1008));
16: accounts.remove(0);
17:
18: System.out.println("Size: " + accounts.size());
19: System.out.println("Expected: 3");
20: BankAccount first = accounts.get(0);
```



## ch07/arraylist/ArrayListTester.java /2

```
21: System.out.println("First account number: "
22: + first.getAccountNumber());
23: System.out.println("Expected: 1015");
24: BankAccount last = accounts.get(accounts.size() - 1);
25: System.out.println("Last account number: "
26: + last.getAccountNumber());
27: System.out.println("Expected: 1729");
28: }
29: }
```

## ch07/arraylist/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: @param anAccountNumber the account number for this account
10: */
11: public BankAccount(int anAccountNumber)
12: {
13: accountNumber = anAccountNumber;
14: balance = 0;
15: }
16:
17: /**
18: Constructs a bank account with a given balance
19: @param anAccountNumber the account number for this account
20: @param initialBalance the initial balance
21: */
```

## ch07/arraylist/BankAccount.java /2

```
22: public BankAccount(int anAccountNumber, double initialBalance)
23: {
24: accountNumber = anAccountNumber;
25: balance = initialBalance;
26: }
27:
28: /**
29: Gets the account number of this bank account.
30: @return the account number
31: */
32: public int getAccountNumber()
33: {
34: return accountNumber;
35: }
36:
37: /**
38: Deposits money into the bank account.
39: @param amount the amount to deposit
40: */
41: public void deposit(double amount)
42: {
43: double newBalance = balance + amount;
44: balance = newBalance;
45: }
```

## ch07/arraylist/BankAccount.java /3

```
46:
47: /**
48: Withdraws money from the bank account.
49: @param amount the amount to withdraw
50: */
51: public void withdraw(double amount)
52: {
53: double newBalance = balance - amount;
54: balance = newBalance;
55: }
56:
57: /**
58: Gets the current balance of the bank account.
59: @return the current balance
60: */
61: public double getBalance()
62: {
63: return balance;
64: }
65:
66: private int accountNumber;
67: private double balance;
68: }
```

### **Output:**

Size: 3

Expected: 3

First account number: 1008

Expected: 1008

Last account number: 1729

Expected: 1729

## Questions

---

Comment construit-on un tableau de 10 chaînes de caractères ?

**Réponse :**

```
new String[10];
new ArrayList<String>();
```

## Questions /2

---

Quel est le contenu de `names` après l'exécution suivante ?

```
ArrayList<String> names = new ArrayList<String>();
names.add("A");
names.add(0, "B");
names.add("C");
names.remove(1);
```

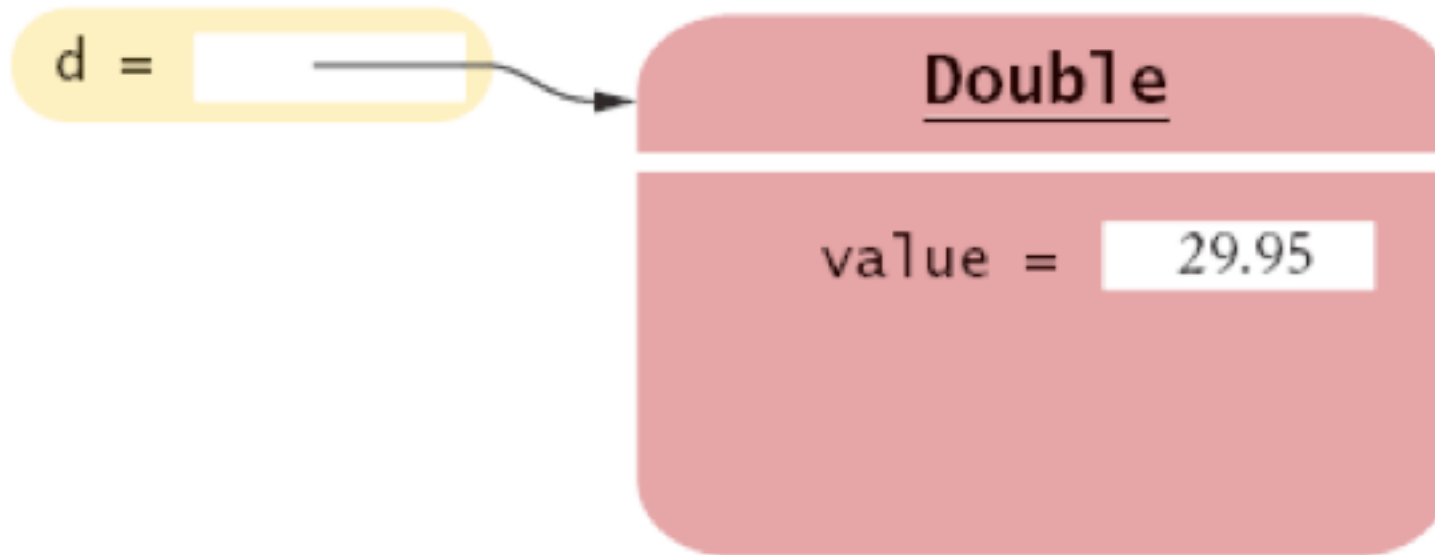
**Réponse :**

`names` contient les chaînes "B" et "C" aux positions 0 et 1

# Classes Enveloppes (*Wrappers*)

- On ne peut insérer des types primitifs dans une Array List
- Pour traiter des types primitifs comme des objets, on doit utiliser des classes enveloppes :

```
ArrayList<Double> data = new ArrayList<Double>();
data.add(29.95);
double x = data.get(0);
```





# Classes Enveloppes (*Wrappers*) /2

Il existe des classes enveloppes pour les 8 types primitifs :

| Primitive Type | Wrapper Class |
|----------------|---------------|
| byte           | Byte          |
| boolean        | Boolean       |
| char           | Character     |
| double         | Double        |
| float          | Float         |
| int            | Integer       |
| long           | Long          |
| short          | Short         |

# Auto-boxing

- Auto-boxing : depuis Java 5.0, la conversion entre type primitif et la classe enveloppe correspondante est automatique

```
Double d = 29.95; // auto-boxing; identique à
 Double d = new Double(29.95);
double x = d; // auto-unboxing; identique à
 x = d.doubleValue();
```

- Auto-boxing fonctionne aussi avec les expressions arithmétiques

```
Double e = d + 1;
```

- Signifie :
  - *auto-unbox d dans un double*
  - *ajoute 1*
  - *auto-box le résultat dans un nouvel objet Double*
  - *Stocke la référence vers le nouvel objet créé dans e*

## Questions

---

Considérons que `ArrayList<Double>` d'une taille  $> 0$ . Comment incrémente-t-on l'élément d'indice 0 ?

**Answer:** `data.set(0, data.get(0) + 1);`

# La boucle `for` généralisée

- Traverser tous les éléments d'une collection :

```
double[] data = . . .;
double sum = 0;
for (double e : data) // Doit être lu
 "pour tout élément e dans data"
 "for each e in data"
{
 sum = sum + e;
}
```

- Alternative "traditionnelle" :

```
double[] data = . . .;
double sum = 0;
for (int i = 0; i < data.length; i++)
{
 double e = data[i];
 sum = sum + e;
}
```

# La boucle `for` généralisée /2

- Fonctionne également pour les `ArrayLists` :

```
ArrayList<BankAccount> accounts = . . . ;
double sum = 0;
for (BankAccount a : accounts)
{
 sum = sum + a.getBalance();
}
```

- Equivalent à la boucle `for` ordinaire :

```
double sum = 0;
for (int i = 0; i < accounts.size(); i++)
{
 BankAccount a = accounts.get(i);
 sum = sum + a.getBalance();
}
```

# Syntaxe La boucle généralisée "pour tout"

```
for (Type variable : collection)
 statement
```

## Exemple :

```
for (double e : data)
 sum = sum + e;
```

## Objectif :

Exécuter une boucle sur chaque élément d'une collection.

A chaque itération, le prochain élément est affecté à la variable, puis les instructions sont exécutées.

## Questions

---

Ecrivez une boucle "pour tout" qui affiche tous les éléments d'un tableau `data`.

**Réponse :**

```
for (double x : data) System.out.println(x);
```

# Algorithmes basiques : Compter les éléments satisfaisant

Vérifier pour tous les éléments une condition et compter le nombre d'éléments satisfaisant cette condition.

```
public class Bank
{
 public int count(double atLeast)
 {
 int matches = 0;
 for (BankAccount a : accounts)
 {
 if (a.getBalance() >= atLeast) matches++;
 // Found a match
 }
 return matches;
 }
 . . .
 private ArrayList<BankAccount> accounts;
}
```



# Algorithmes basiques : boucle de recherche

Rechercher le premier élément satisfaisant une condition.

```
public class Bank
{
 public BankAccount find(int accountNumber)
 {
 for (BankAccount a : accounts)
 {
 if (a.getAccountNumber() == accountNumber)
 // Found a match
 return a;
 }
 return null; // No match in the entire array list
 }
 . . .
}
```

# Algorithmes basiques : Trouver le maximum/minimum

- Initialiser une valeur candidate avec le premier élément
- Comparer le candidat avec les autres éléments
- Mettre à jour si on trouve une valeur plus grande/petite

- Exemple :

```
BankAccount largestYet = accounts.get(0);
for (int i = 1; i < accounts.size(); i++)
{
 BankAccount a = accounts.get(i);
 if (a.getBalance() > largestYet.getBalance())
 largestYet = a;
}
return largestYet;
```

- Attention : ne fonctionne que si le tableau à au moins 1 élément

## Algorithmes basiques : Trouver le maximum/minimum /2

---

- Si le tableau est vide, retourner `null` :

```
if (accounts.size() == 0) return null;
BankAccount largestYet = accounts.get(0);
...
```

## ch07/bank/Bank.java

```
01: import java.util.ArrayList;
02:
03: /**
04: This bank contains a collection of bank accounts.
05: */
06: public class Bank
07: {
08: /**
09: Constructs a bank with no bank accounts.
10: */
11: public Bank()
12: {
13: accounts = new ArrayList<BankAccount>();
14: }
15:
16: /**
17: Adds an account to this bank.
18: @param a the account to add
19: */
20: public void addAccount(BankAccount a)
21: {
22: accounts.add(a);
23: }
```

## ch07/bank/Bank.java /2

```
24:
25: /**
26: Gets the sum of the balances of all accounts in this bank.
27: @return the sum of the balances
28: */
29: public double getTotalBalance()
30: {
31: double total = 0;
32: for (BankAccount a : accounts)
33: {
34: total = total + a.getBalance();
35: }
36: return total;
37: }
38:
39: /**
40: Counts the number of bank accounts whose balance is at
41: least a given value.
42: @param atLeast the balance required to count an account
43: @return the number of accounts having least the given balance
44: */
45: public int count(double atLeast)
46: {
```

## ch07/bank/Bank.java /3

```
47: int matches = 0;
48: for (BankAccount a : accounts)
49: {
50: if (a.getBalance() >= atLeast) matches++; // Found a match
51: }
52: return matches;
53: }
54:
55: /**
56: Finds a bank account with a given number.
57: @param accountNumber the number to find
58: @return the account with the given number, or null if there
59: is no such account
60: */
61: public BankAccount find(int accountNumber)
62: {
63: for (BankAccount a : accounts)
64: {
65: if (a.getAccountNumber() == accountNumber) // Found a match
66: return a;
67: }
68: return null; // No match in the entire array list
69: }
70:
```

## ch07/bank/Bank.java /4

```
71: /**
72: Gets the bank account with the largest balance.
73: @return the account with the largest balance, or null if the
74: bank has no accounts
75: */
76: public BankAccount getMaximum()
77: {
78: if (accounts.size() == 0) return null;
79: BankAccount largestYet = accounts.get(0);
80: for (int i = 1; i < accounts.size(); i++)
81: {
82: BankAccount a = accounts.get(i);
83: if (a.getBalance() > largestYet.getBalance())
84: largestYet = a;
85: }
86: return largestYet;
87: }
88:
89: private ArrayList<BankAccount> accounts;
90: }
```

## ch07/bank/BankTester.java

```
01: /**
02: This program tests the Bank class.
03: */
04: public class BankTester
05: {
06: public static void main(String[] args)
07: {
08: Bank firstBankOfJava = new Bank();
09: firstBankOfJava.addAccount(new BankAccount(1001, 20000));
10: firstBankOfJava.addAccount(new BankAccount(1015, 10000));
11: firstBankOfJava.addAccount(new BankAccount(1729, 15000));
12:
13: double threshold = 15000;
14: int c = firstBankOfJava.count(threshold);
15: System.out.println("Count: " + c);
16: System.out.println("Expected: 2");
17:
18: int accountNumber = 1015;
19: BankAccount a = firstBankOfJava.find(accountNumber);
20: if (a == null)
```



## ch07/bank/BankTester.java /2

```
21: System.out.println("No matching account");
22: else
23: System.out.println("Balance of matching account: " +
 a.getBalance());
24: System.out.println("Expected: 10000");
25:
26: BankAccount max = firstBankOfJava.getMaximum();
27: System.out.println("Account with largest balance: "
28: + max.getAccountNumber());
29: System.out.println("Expected: 1001");
30: }
31: }
```

### Output:

Count: 2

Expected: 2

Balance of matching account: 10000.0

Expected: 10000

Account with largest balance: 1001

Expected: 1001

## Questions

---

Que fait la méthode `find` si il y a deux comptes bancaires avec le même numéro de compte ?

**Réponse :** Elle retourne toujours le premier compte trouvé.

## Questions /2

---

Peut-on utiliser une boucle “pour tout” dans la méthode  
`getMaximum` ?

**Réponse :** Oui, mais la première comparaison échoue toujours

# Tableaux à 2 dimensions

- Pour construire un tableau à 2 dimensions, il faut spécifier la taille pour chaque dimension :

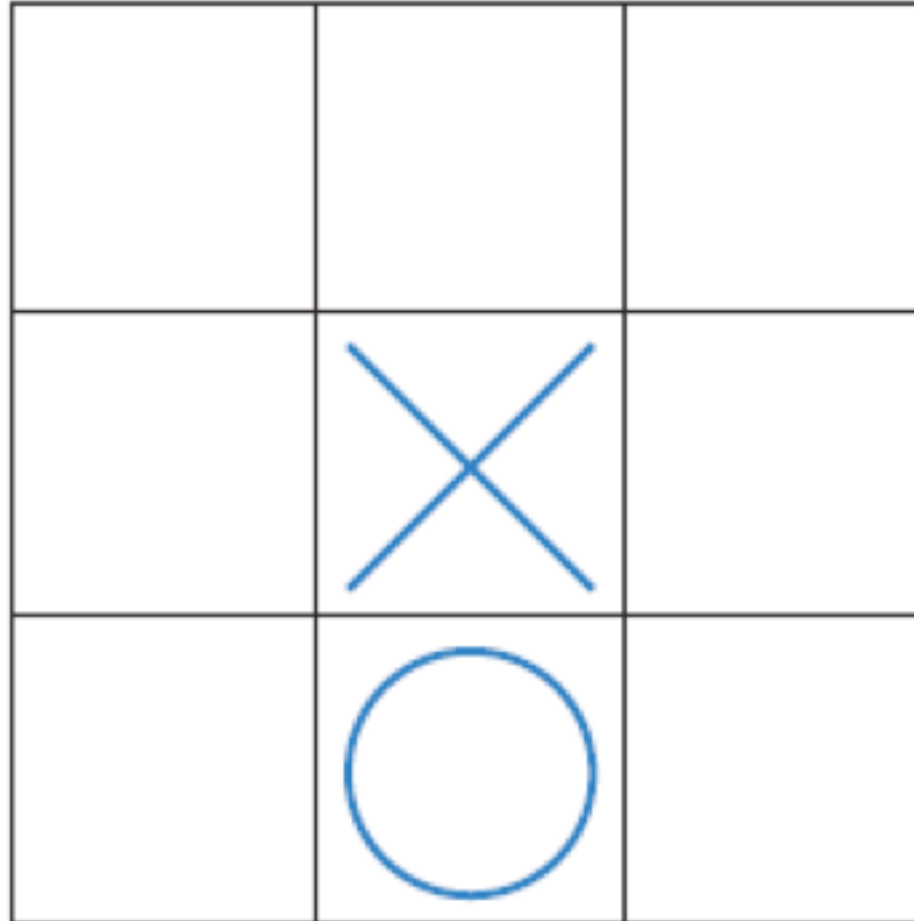
```
final int ROWS = 3;
final int COLUMNS = 3;
String[][] board = new String[ROWS][COLUMNS];
```

- Accès aux éléments par une paire d'indices `a[i][j]`

```
board[i][j] = "x";
```

# Plateau du Morpion

---



# Parcours de tableau à 2 dimensions

---

Généralement, on utilise deux boucles imbriquées :

```
for (int i = 0; i < ROWS; i++)
 for (int j = 0; j < COLUMNS; j++)
 board[i][j] = " ";
```

## ch07/twodim/TicTacToe.java

```
01: /**
02: A 3 x 3 tic-tac-toe board.
03: */
04: public class TicTacToe
05: {
06: /**
07: Constructs an empty board.
08: */
09: public TicTacToe()
10: {
11: board = new String[ROWS][COLUMNS];
12: // Fill with spaces
13: for (int i = 0; i < ROWS; i++)
14: for (int j = 0; j < COLUMNS; j++)
15: board[i][j] = " ";
16: }
17:
18: /**
19: Sets a field in the board. The field must be unoccupied.
20: @param i the row index
21: @param j the column index
22: @param player the player ("x" or "o")
23: */
```

## ch07/twodim/TicTacToe.java /2

```
24: public void set(int i, int j, String player)
25: {
26: if (board[i][j].equals(" "))
27: board[i][j] = player;
28: }
29:
30: /**
31: Creates a string representation of the board, such as
32: |x o|
33: | x |
34: | o|
35: @return the string representation
36: */
37: public String toString()
38: {
39: String r = "";
40: for (int i = 0; i < ROWS; i++)
41: {
42: r = r + "|";
43: for (int j = 0; j < COLUMNS; j++)
44: r = r + board[i][j];
45: r = r + "|\n";
```



## ch07/twodim/TicTacToe.java /3

```
46: }
47: return r;
48: }
49:
50: private String[][] board;
51: private static final int ROWS = 3;
52: private static final int COLUMNS = 3;
53: }
```

## ch07/twodim/TicTacToeRunner.java

```
01: import java.util.Scanner;
02:
03: /**
04: This program runs a TicTacToe game. It prompts the
05: user to set positions on the board and prints out the
06: result.
07: */
08: public class TicTacToeRunner
09: {
10: public static void main(String[] args)
11: {
12: Scanner in = new Scanner(System.in);
13: String player = "x";
14: TicTacToe game = new TicTacToe();
15: boolean done = false;
16: while (!done)
17: {
18: System.out.print(game.toString());
19: System.out.print(
20: "Row for " + player + " (-1 to exit): ");
21: int row = in.nextInt();
22: if (row < 0) done = true;
23: else
24: {
```

## ch07/twodim/TicTacToeRunner.java /2

```
25: System.out.print("Column for " + player + ": ");
26: int column = in.nextInt();
27: game.set(row, column, player);
28: if (player.equals("x"))
29: player = "o";
30: else
31: player = "x";
32: }
33: }
34: }
35: }
```

Output:

```
Row for x (-1 to exit): 1	
Column for x: 2	
x	
Row for o (-1 to exit): 0	
Column for o: 0	
o	
x	
Row for x (-1 to exit): -1
```

## Questions

---

Comment déclare-t-on un tableau de 4x4 valeurs entières ?

**Réponse :**

```
int[][] array = new int[4][4];
```

## Questions /2

---

Comment calcule-t-on le nombre de case vide d'un plateau de morpion ?

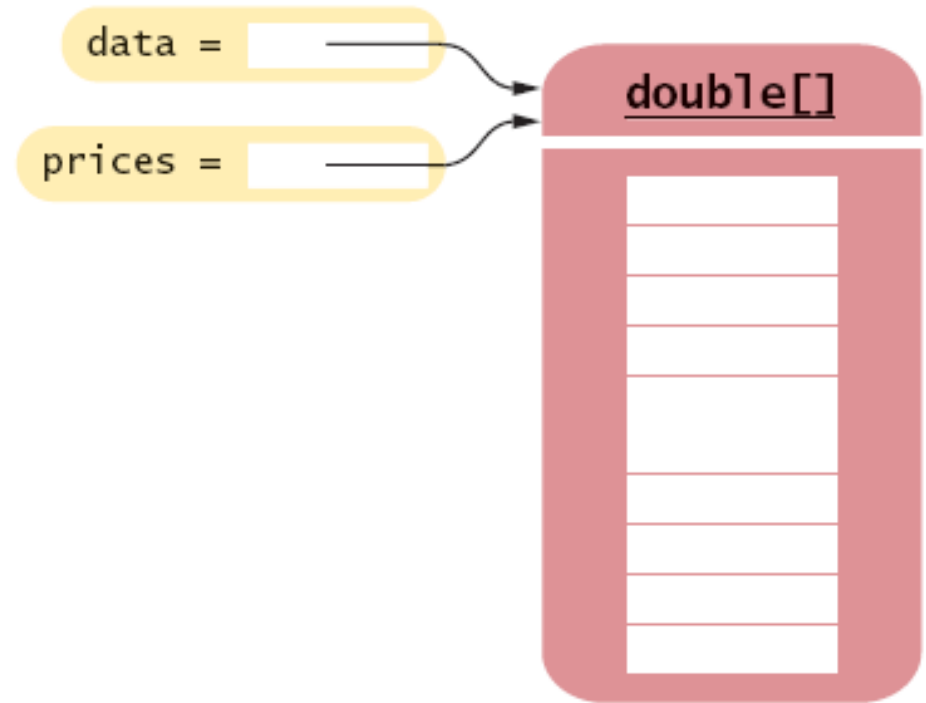
**Réponse :**

```
int count = 0;
for (int i = 0; i < ROWS; i++)
 for (int j = 0; j < COLUMNS; j++)
 if (board[i][j] == ' ') count++;
```

## Copie de tableaux : Copie par référence

Copier une variable tableau génère une seconde référence vers le même tableau

```
Double[] data = new double[10];
// fill array . . .
Double[] prices = data;
```

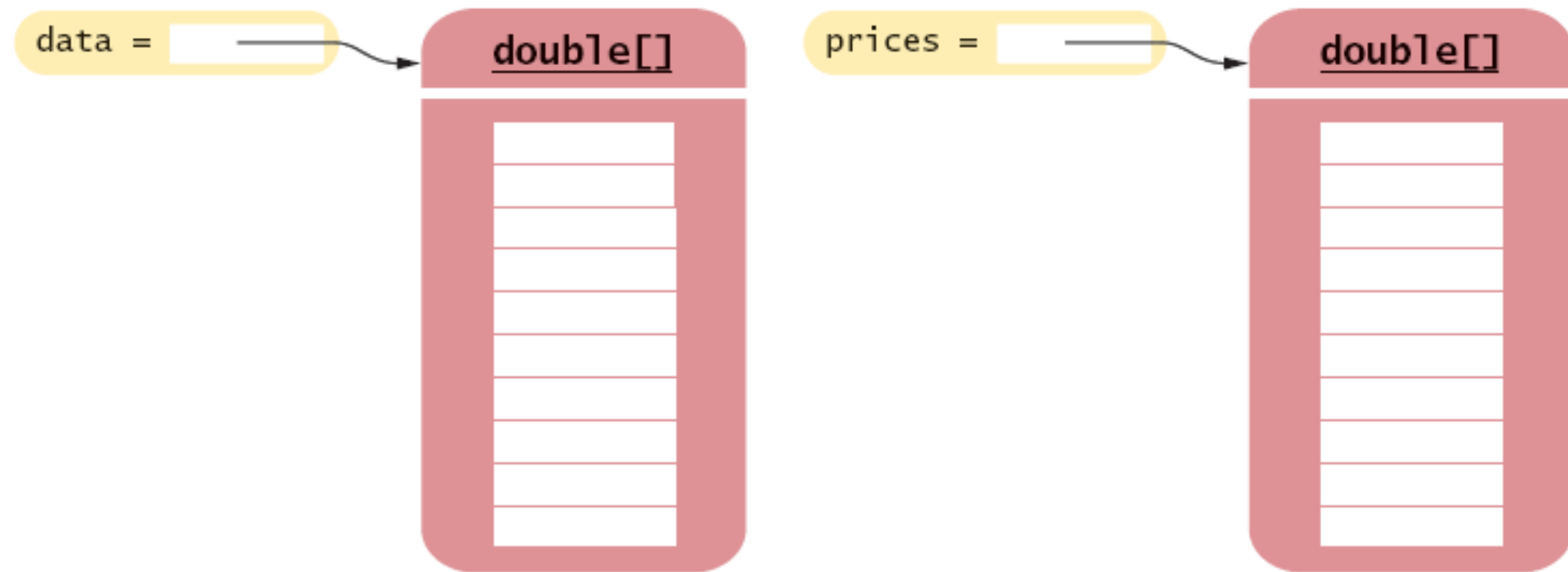


**Figure 7** Two References to the Same Array

# Copie de tableaux : Cloner

Utiliser `clone` pour faire une vraie copie par valeur

```
Double[] prices = (double[]) data.clone();
```

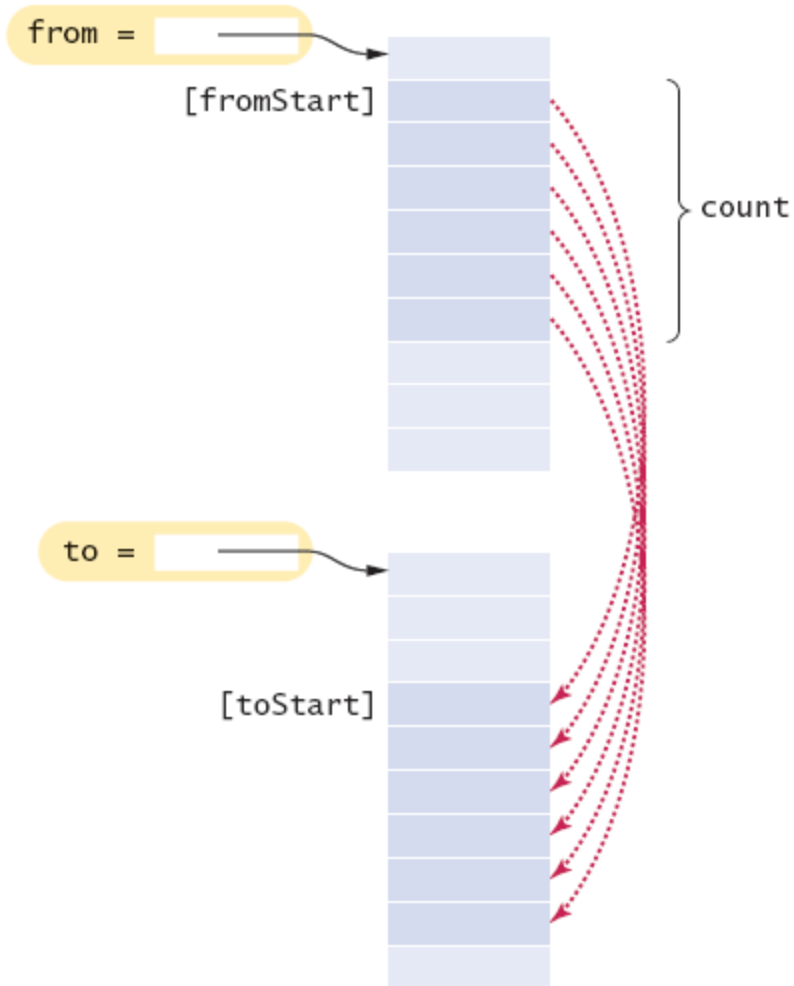


**Figure 8** Cloning an Array



# Copie de tableaux : Recopier les éléments d'un tableau

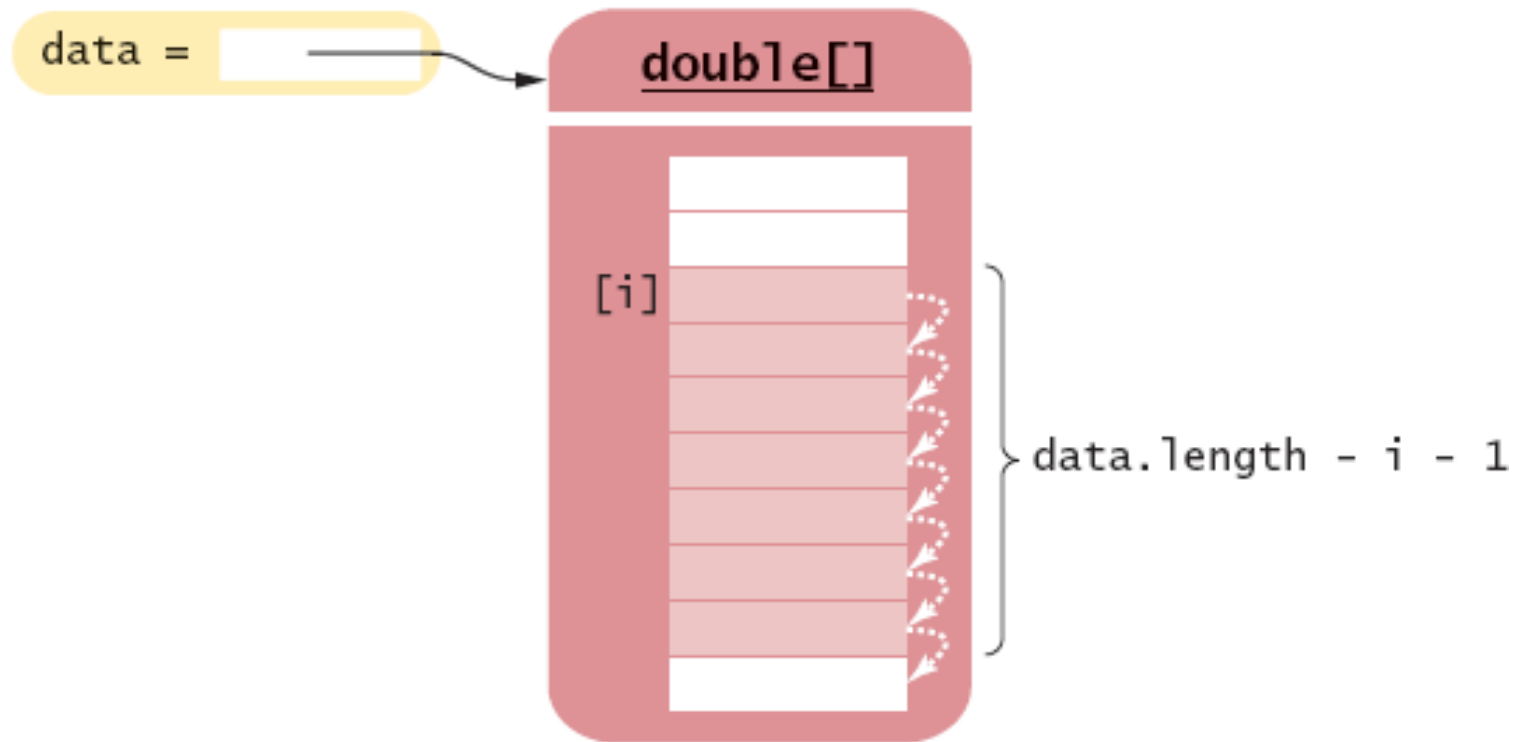
```
System.arraycopy(from, fromStart, to, toStart, count);
```



**Figure 9** The `System.arraycopy` Method

# Insertion d'une entrée dans un tableau

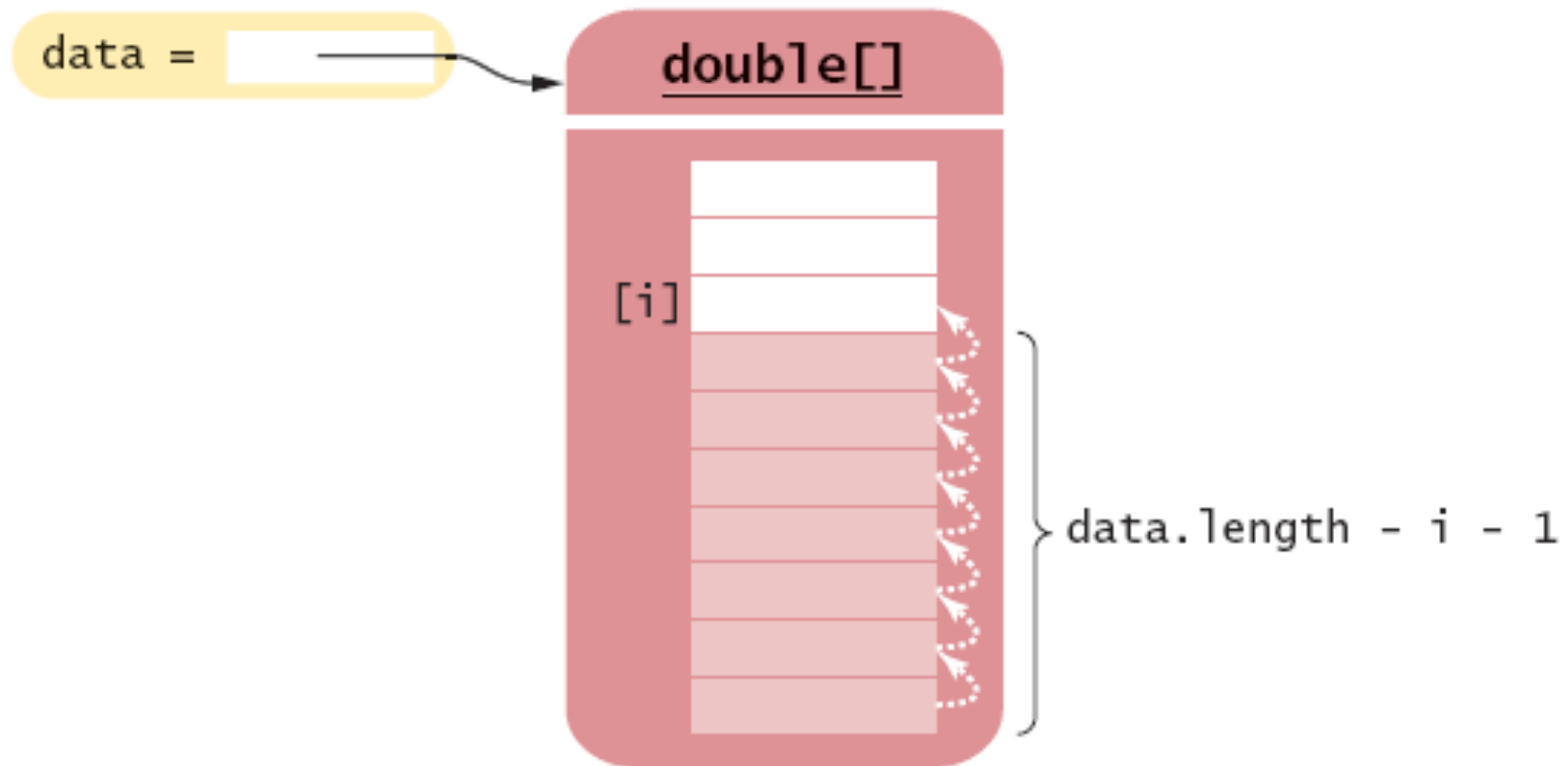
```
System.arraycopy(data, i, data, i + 1, data.length - i
 - 1);
data[i] = x;
```



**Figure 10** Inserting a New Element into an Array

# Suppression d'une entrée d'un tableau

```
System.arraycopy(data, i + 1, data, i, data.length - i
- 1);
```



**Figure 11** Removing an Element from an Array

# Redimensionner un tableau

- Si un tableau est plein et que l'on a besoin de plus d'espace, on peut le redimensionner:
- Créer un tableau plus large :  

```
double[] newData = new double[2 * data.length];
```
- Recopier tous les éléments dans le nouveau tableau :  

```
System.arraycopy(data, 0, newData, 0, data.length);
```
- Stocker la référence du nouveau tableau dans la variable de référence du tableau :  

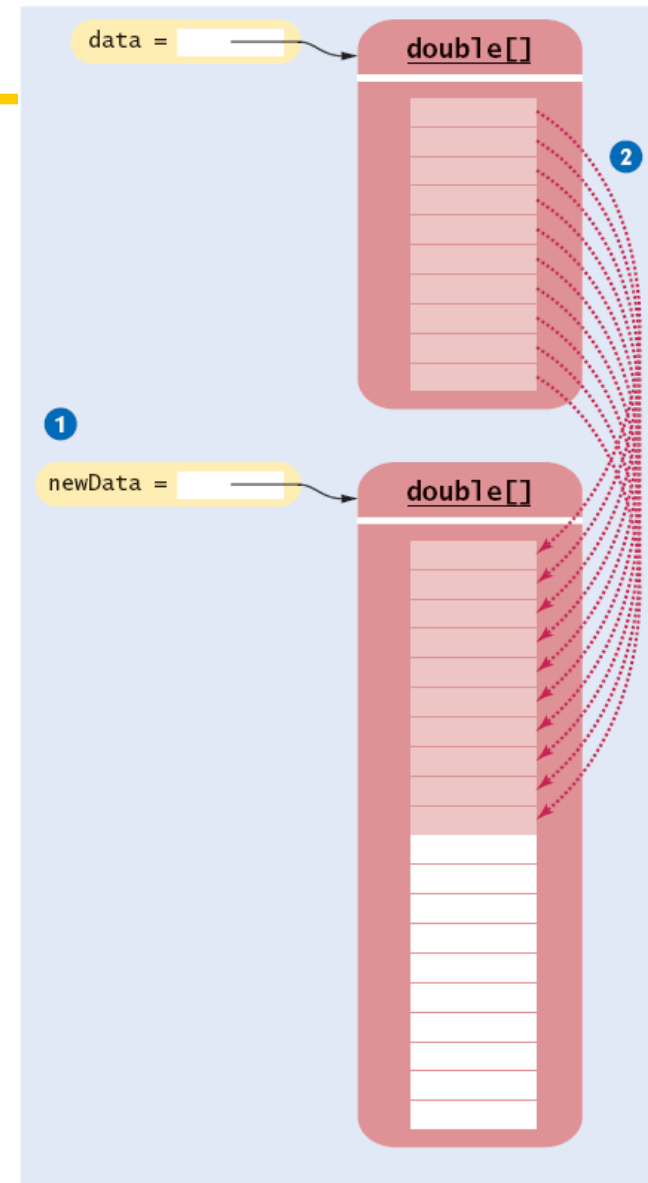
```
data = newData;
```

## Redimensionner un tableau /2

---

```
Double[] newData = new double[2 * data.length] ①
System.arraycopy(data, 0, newData, 0, data.length) ②
```

# Redimensionner un tableau /3



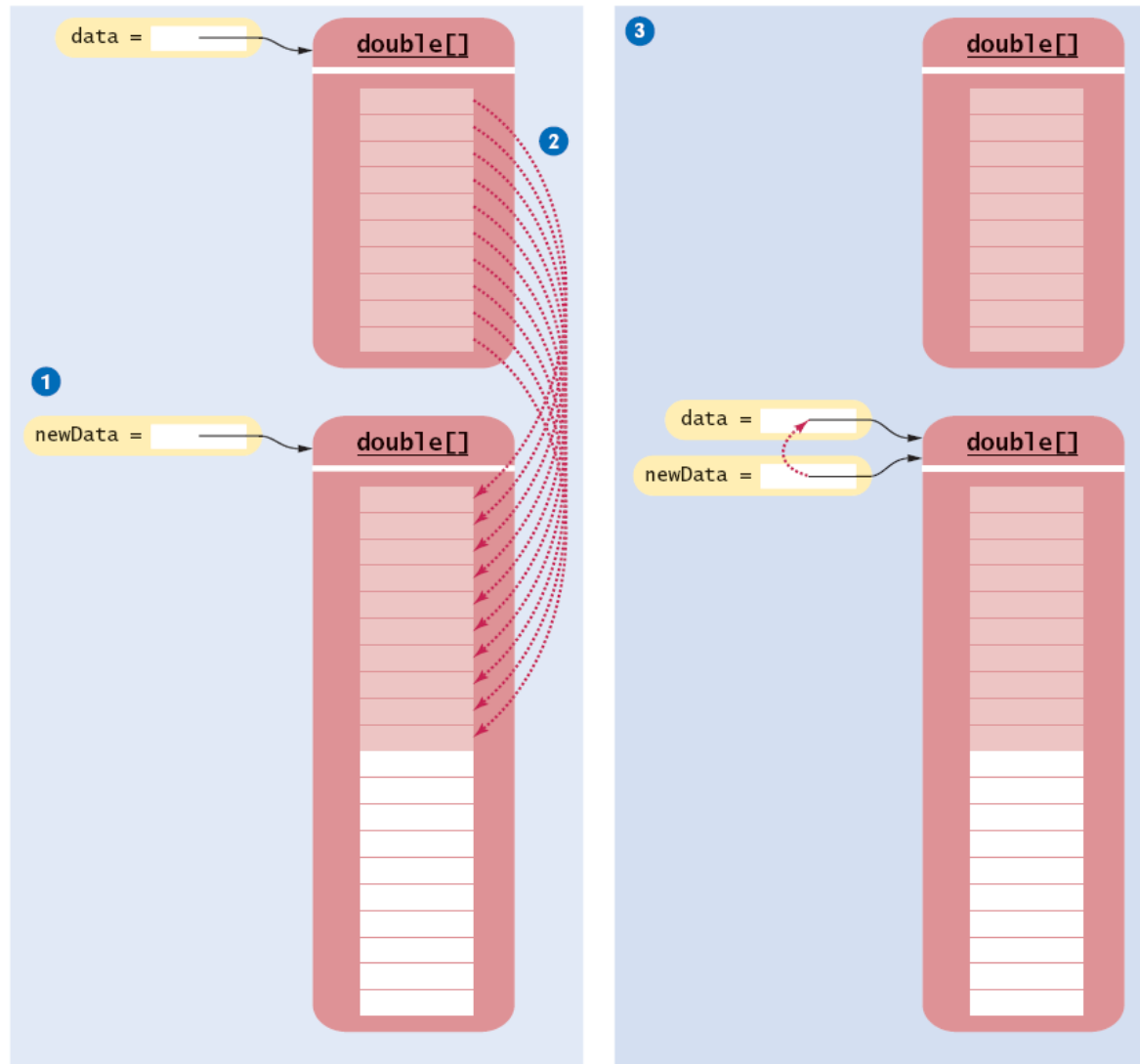
**Figure 12** Growing an Array

## Redimensionner un tableau /4

---

```
double[] newData = new double[2 * data.length]; ①
System.arraycopy(data, 0, newData, 0, data.length); ②
data = newData; ③
```

# Redimensionner un tableau /5



**Figure 12** Growing an Array



## Questions

---

Comment ajoute-t-on ou supprime-t-on des éléments au milieu d'une ArrayList ?

**Réponse :**

Utiliser simplement les méthodes pour insérer et supprimer

## Questions /2

---

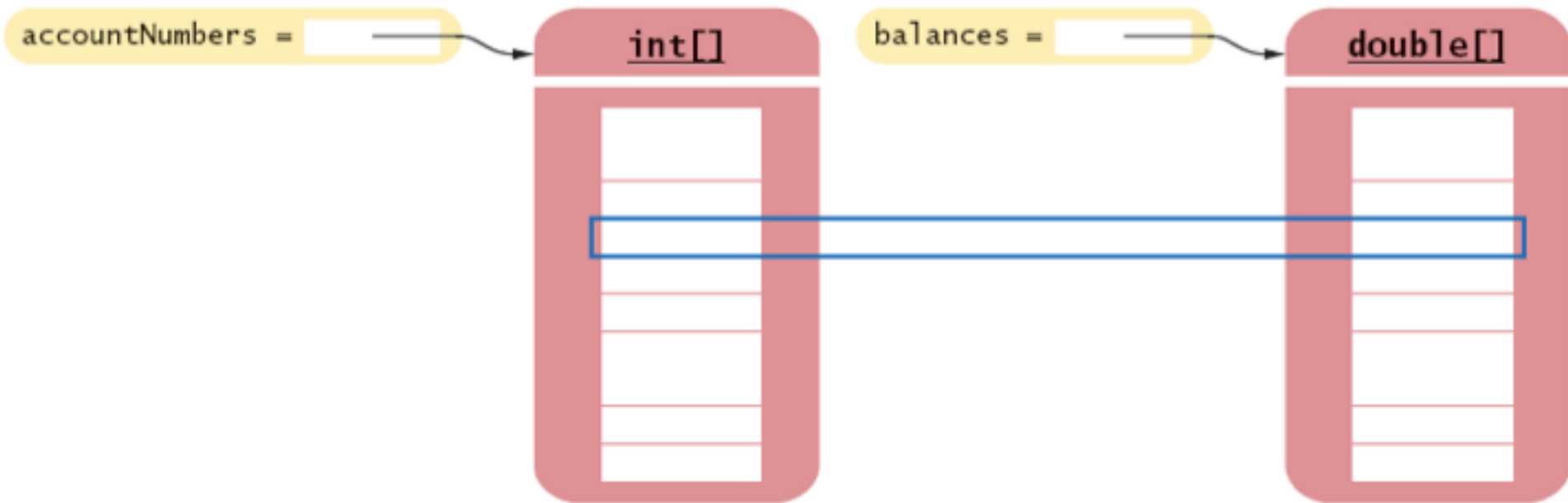
A votre avis, pourquoi double-t-on la taille d'un tableau lorsque l'on a plus d'espace libre au lieu d'ajouter une cellule ?

**Réponse :**

Allouer un nouveau tableau et recopier les valeurs est coûteux en temps. On ne souhaite donc pas re-exécuter tout le processus à chaque insertion.

# Tableaux parallèles

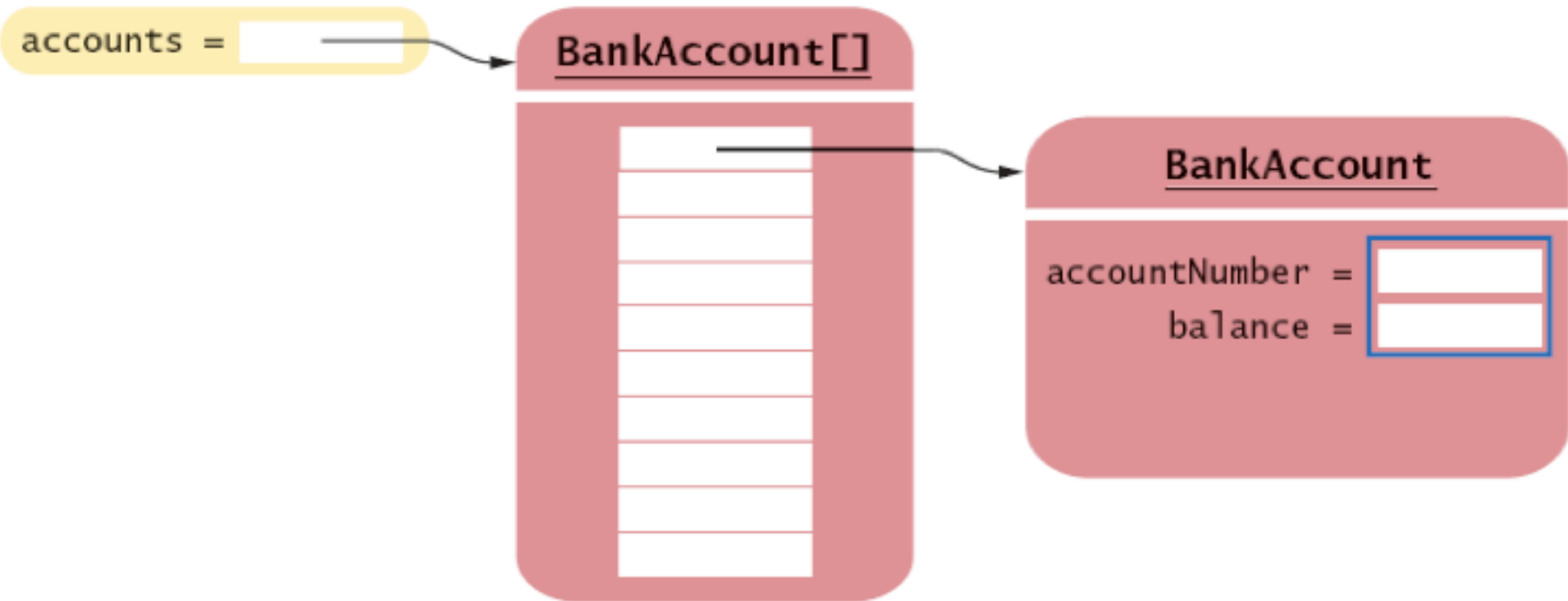
```
// Ne faites pas ça !!!
int[] accountNumbers;
double[] balances;
```



## Tableaux parallèles /2

Eviter ce genre de tableaux parallèles en les transformant en 1 tableau d'objets :

```
BankAccount[] = accounts
```



# Tableaux partiellement remplis

- Longueur tableau = nombre maximum d'éléments
- Généralement, partiellement remplis
- Besoin d'une variable compagnon pour conserver la taille courante
- Utiliser une convention de notation uniforme :

```
final int DATA_LENGTH = 100;
double[] data = new double[DATA_LENGTH];
int dataSize = 0;
```

- Mettre à jour dataSize lors l'insertion/suppression d'un élément :  

```
data[dataSize] = x;
dataSize++;
```

## Tableaux partiellement remplis /2

