esial
ÉCOLE SUPÉRIEURE D'INFORMATIQUE ET APPLICATIONS DE LORRAINE

Nancy-Université
Université Henri Poincaré

IA – 2008 / 2009

Programmation Orientée Objet

2ème Partie

Gérald Oster <oster@loria.fr>

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)

I 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

Types numériques : Nombres à virgule flottante /2

`Math.round` convertit un nombre à virgule flottante vers le nombre entier le plus proche

```
long rounded = Math.round(balance); // if balance is 13.75, then
                                    // rounded is set to 14
```

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 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 = 2.718281828459045235 4;
     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
customer.
41:       @return the change due to the customer
42:    */
43:    public double giveChange()
44:    {
```

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: }
```

ch04/cashregister/CashRegisterTester.java /2

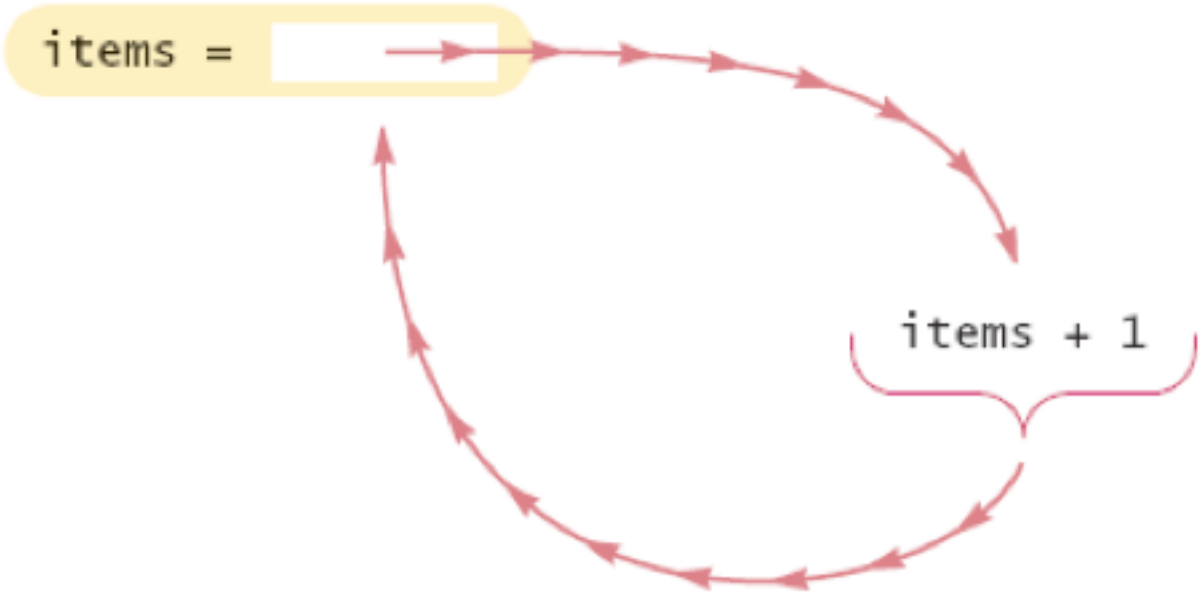
Output:

```
Change: 0.25
Expected: 0.25
Change: 2.0
Expected: 2.0
```

Affectation, Incrémentation, Décrementation

- 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, $\frac{-b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$

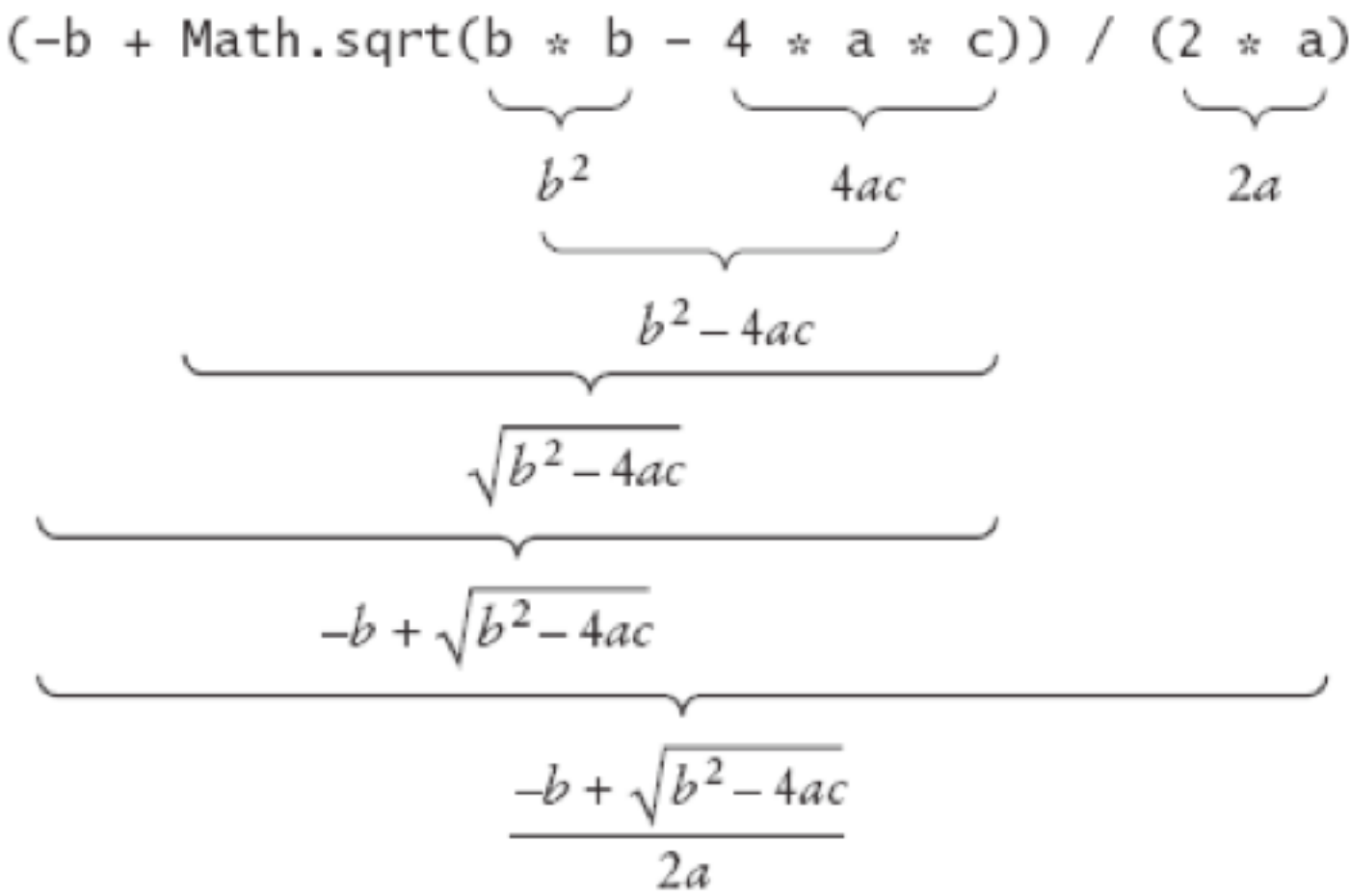
  peut s'exprimer par

```
(-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



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 majscule; le nom d'une référence vers un objet débute parune minuscule

```
Math
System.out
```

Syntaxe Appel de méthode de classe (statique)

```
ClassName.methodName(parameters)
```

Exzmple :

```
Math.sqrt(4)
```

Objectif :

Invoquer une méthode de classe (qui n'opére 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.prinln(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 :

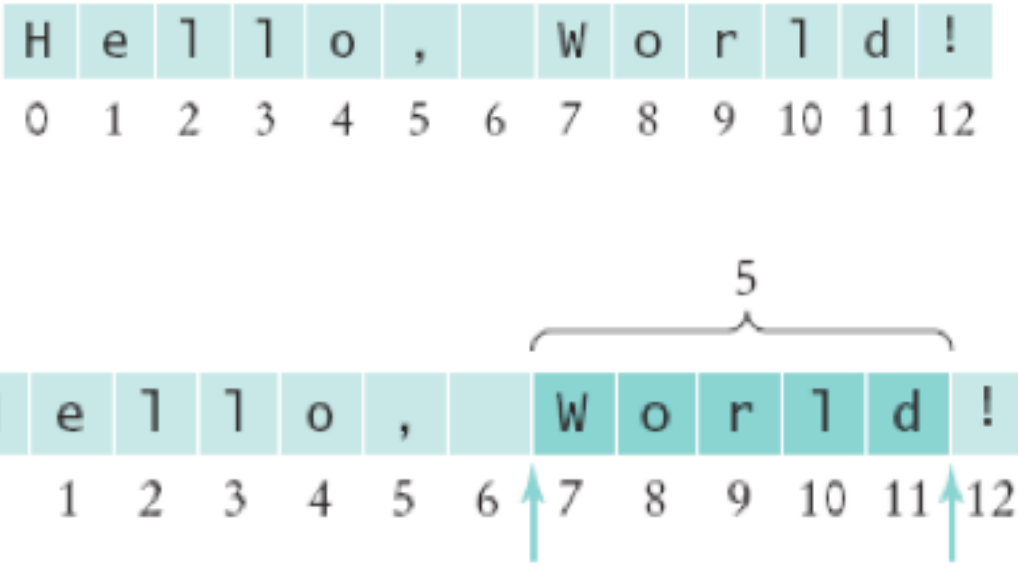
```
int n = Integer.parseInt(str);
double x = Double.parseDouble(x);
```

- 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`



Alphabets internationaux

A German Keyboard

Alphabets internationaux /2

The Thai Alphabet

Alphabets internationaux /2

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();
```

...

ch04/cashregister/CashRegisterSimulator.java /2

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
```

2ème Partie : Décisions

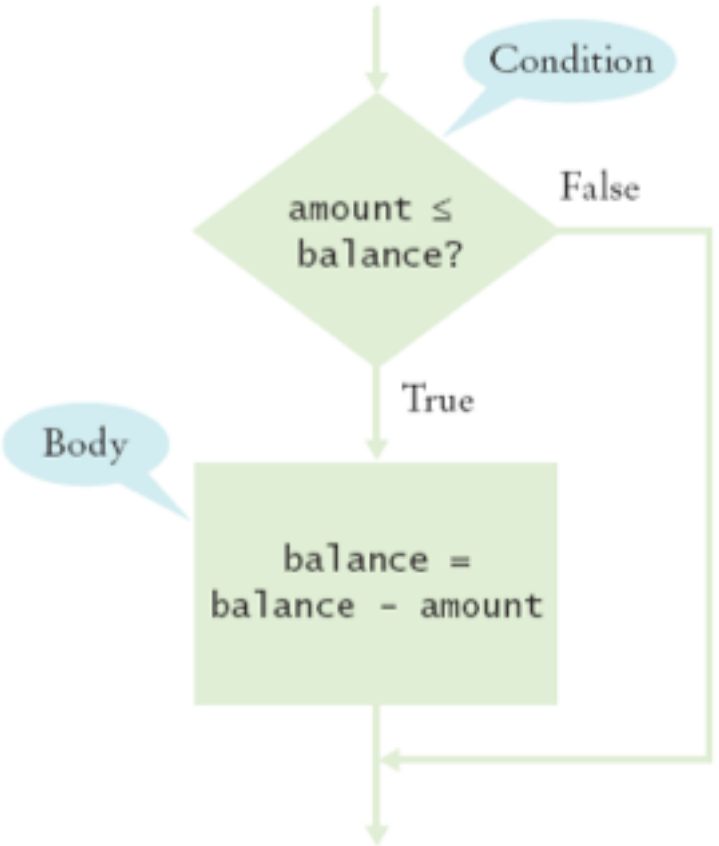
Objectifs de cette partie

- 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
- Determiner 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`

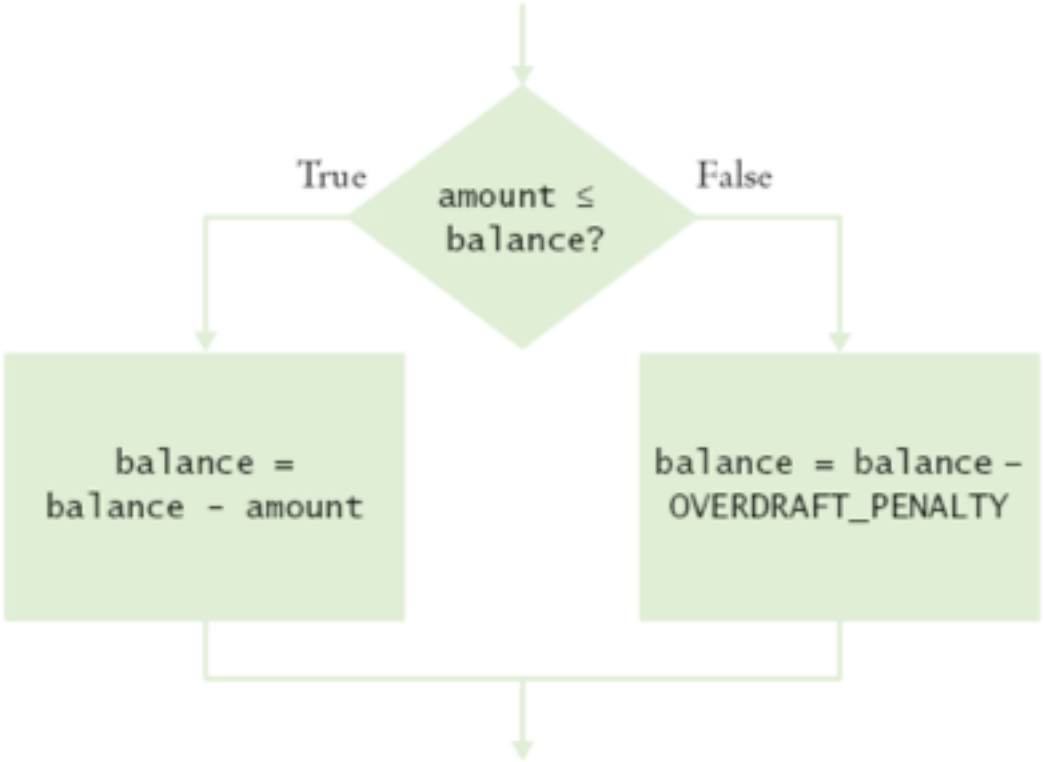
- L'instruction `if` permet à un programme d'exécuter des traitements différents selon une condition

```
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 dûes 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
```

- ε 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"))
```

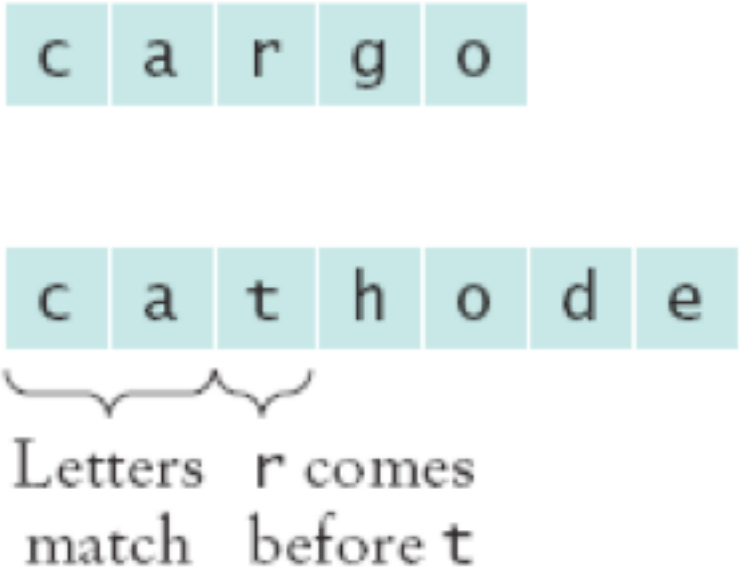
Comparaison de chaînes de caractères /2

- `s.compareTo(t) < 0` signifie :
  `s` précède `t` dans le dictionnaire

- "car" précède "cargo"

- Les majuscules précèdent les minuscules
  "Hello" précède "car"

- Ordre lexicographique



Comparaison d'objets

- `==` teste l'identité, `equals` pour des contenus identiques

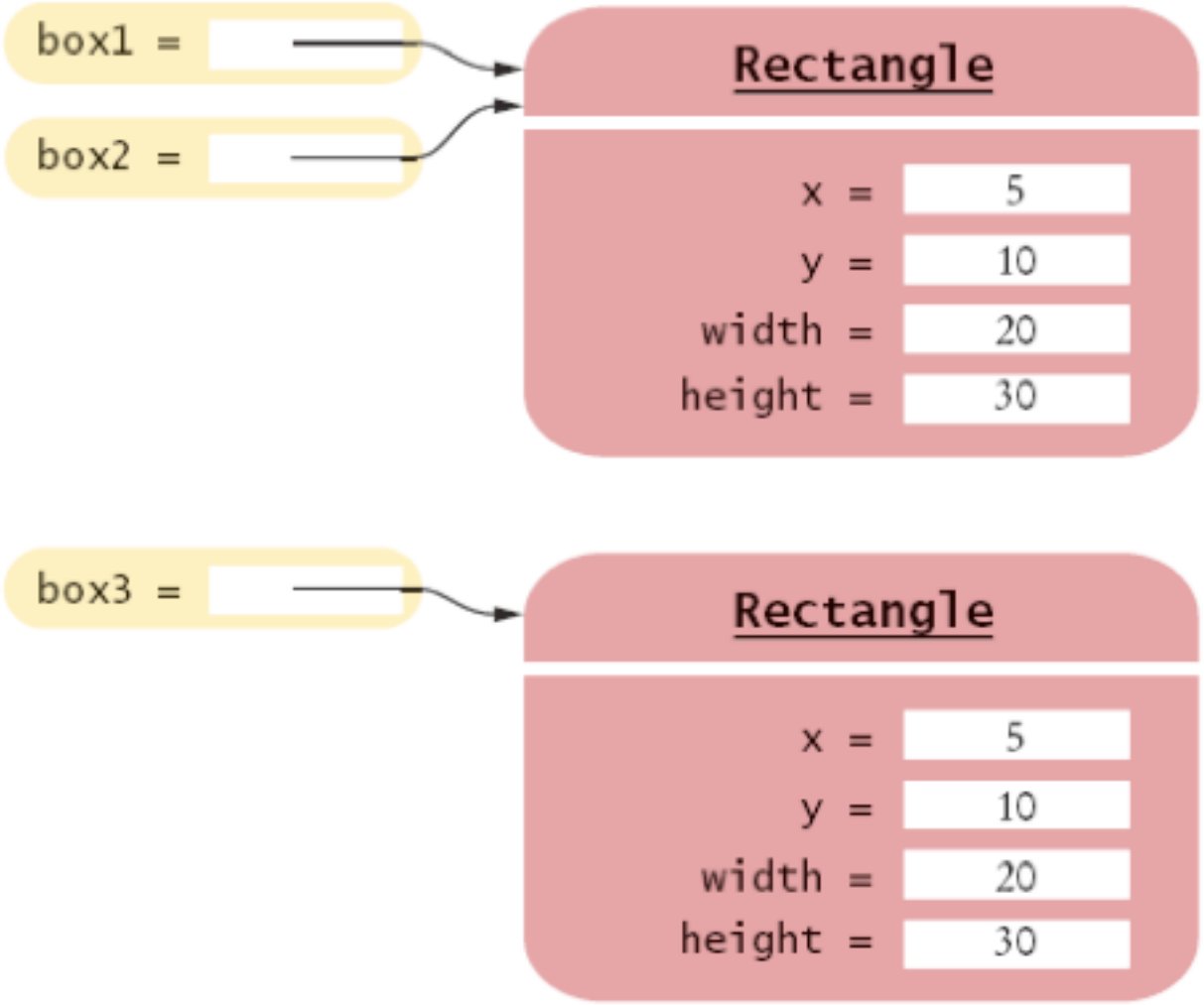
- ```
  Rectangle box1 = new Rectangle(5, 10, 20, 30);
  Rectangle box2 = box1;
  ```

- ```
  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

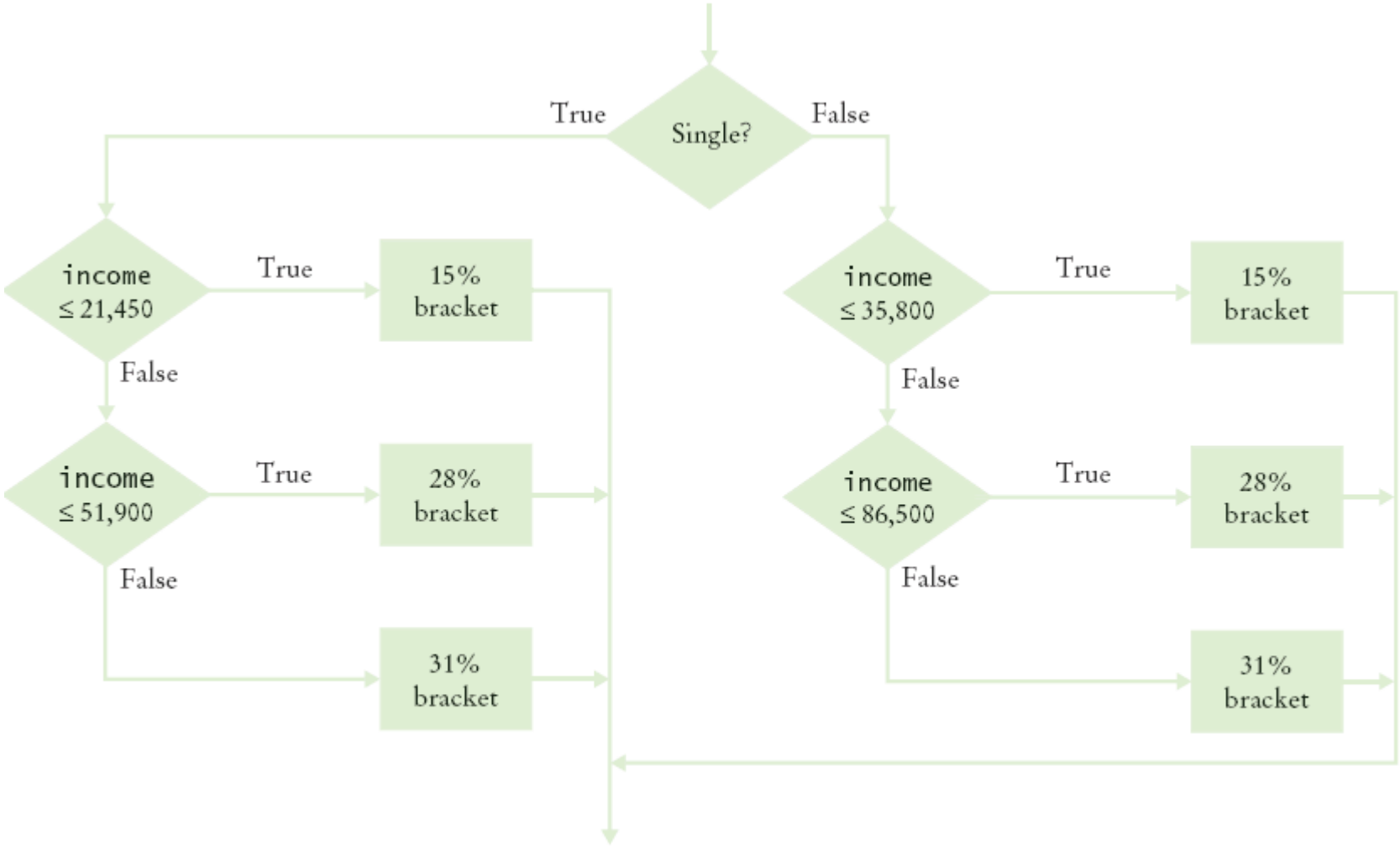


Figure 5 Income Tax Computation Using 1992 Schedule

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)) ...`

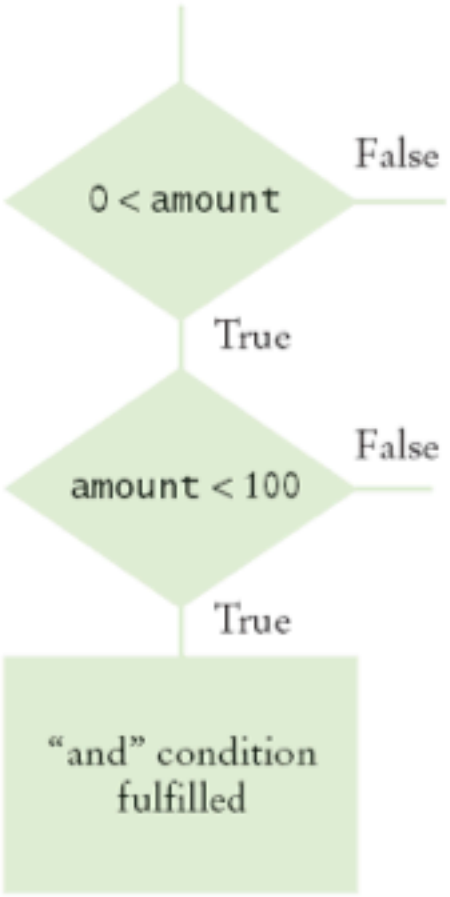
- prédicats de la classe `Scanner` :
  `hasNextInt()` et `hasNextDouble()`

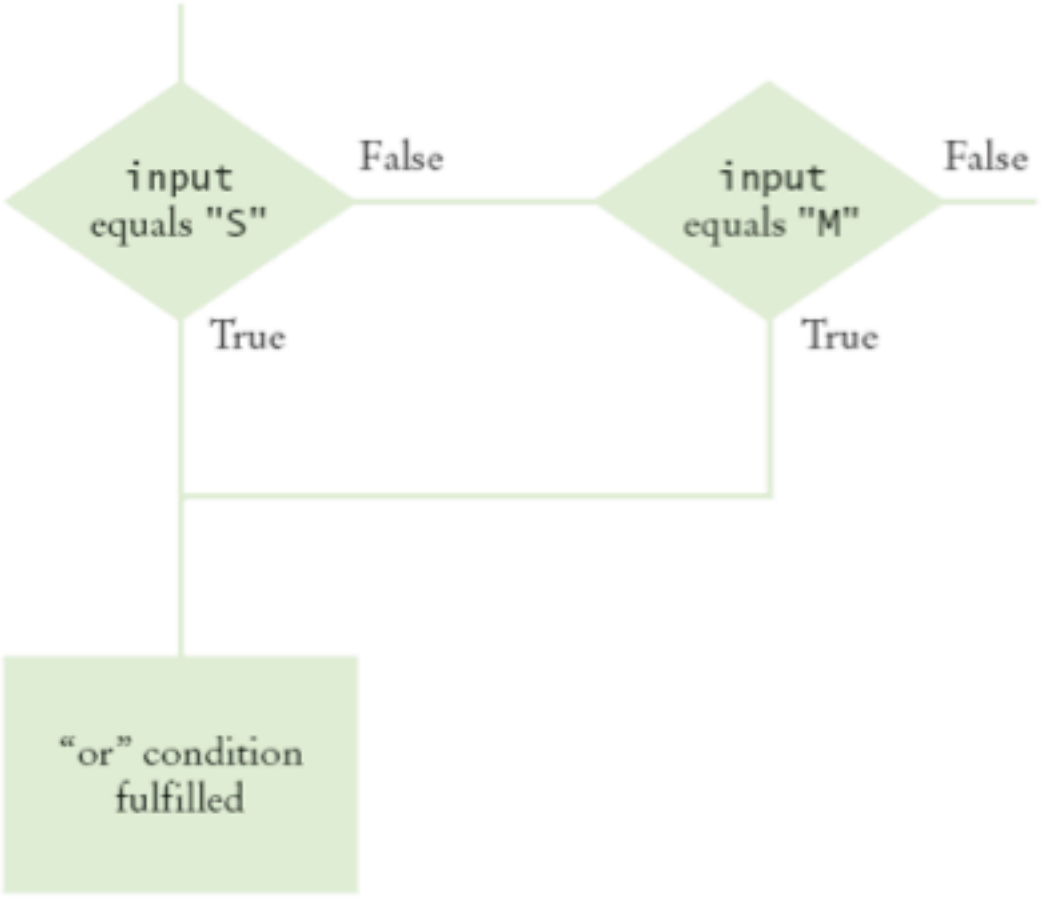
```
if (in.hasNextInt()) n = in.nextInt();
```

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

A	**B**	**A && B**
true	true	true
true	false	false
false	*Any*	false

A	**B**	**A || B**
true	*Any*	true
false	true	true
false	false	false

A	**! A**
true	false
false	true

Utilisation de variables booleénnes

- `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) . . .`

Couverture des tests

- Black-box testing: tester les fonctionnalités sans prendre en considération la structure interne de l'implémentation
- White-box testing: considérer l'implémentation de la structure interne lors de la conception des tests
- Test coverage: mesure combien de parties du programme sont testées
- Assurez vous que chaque partie de vos programmes sont testées au moins une fois par un test
  i.e. Chaque branche d'une conditionnelle doit être testée
- Boundary test cases: tests aux limites, valeurs qui sont aux limites des intervalles des valeurs acceptables
- Conseil : Ecrivez les tests avant d'écrire votre programme → donne une idée de ce que le programme doit faire

3ème 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`

- Execute un bloc de code de manière répétitive
- Une condition contrôle jusque 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'intêret 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

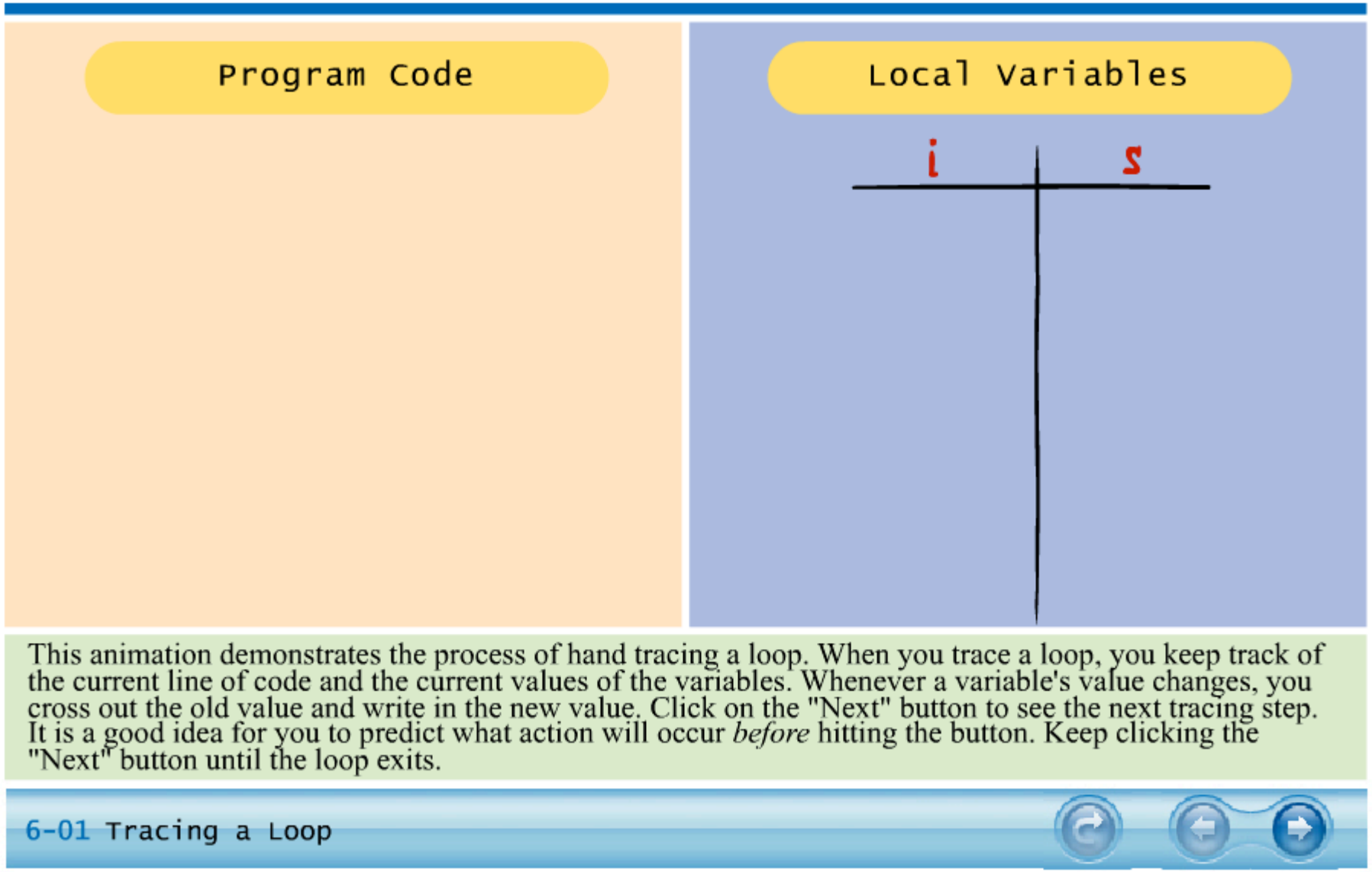
```
01: /**
02:    This program computes how long it takes for an investment
03:    to double.
04: */
05: public class InvestmentRunner
06: {
07:    public static void main(String[] args)
08:    {
09:       final double INITIAL_BALANCE = 10000;
10:       final double RATE = 5;
11:       Investment invest = 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: }
```

ch06/invest1/InvestmentRunner.java /2

Output:

```
The investment doubled after 15 years
```

Animation 6.1



Flowchart `While`

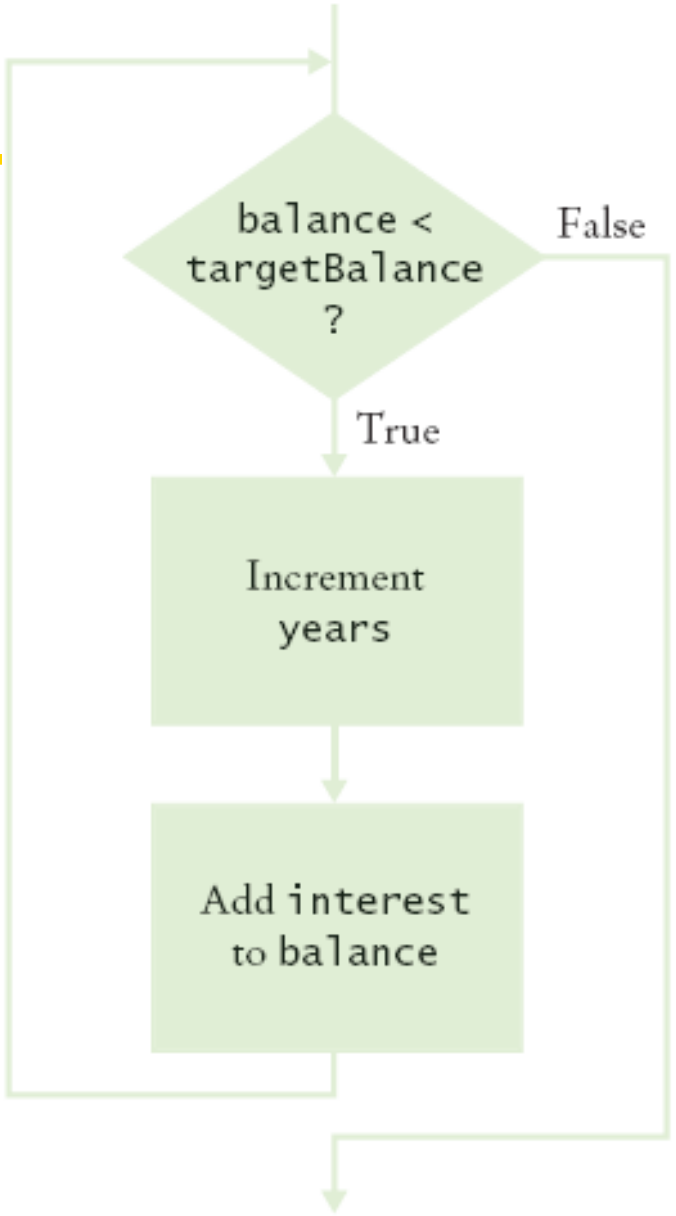


Figure 1 Flowchart of a `while` Loop

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 débuter 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 * `initialBalance`
  la boucle doit s'arrêter
  Donc : la condition doit utiliser <
- Penser! Ne compiler pas bêtement en essayant des valeurs au harsard

Boucles do

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

```
do
    statement
while (condition);
```

- Exemple: Valider une saisie

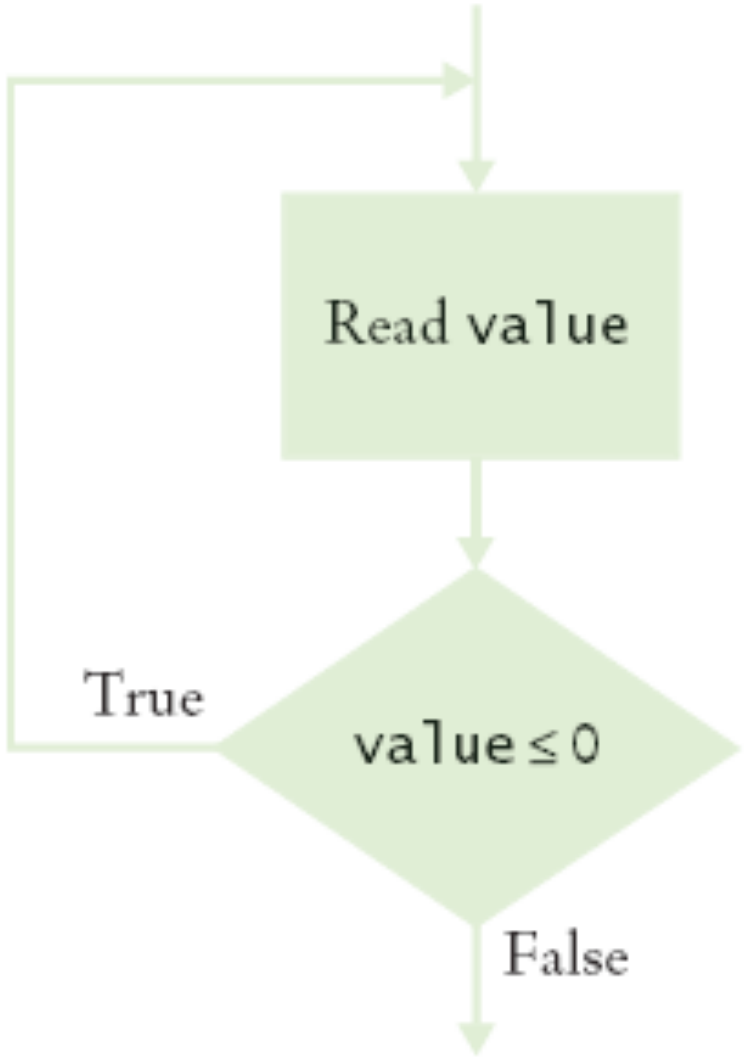
```
double value;
do
{
    System.out.print("Please enter a positive number: ");
    value = in.nextDouble();
}
 while (value <= 0);
```

Boucles do /2

- Alternative :

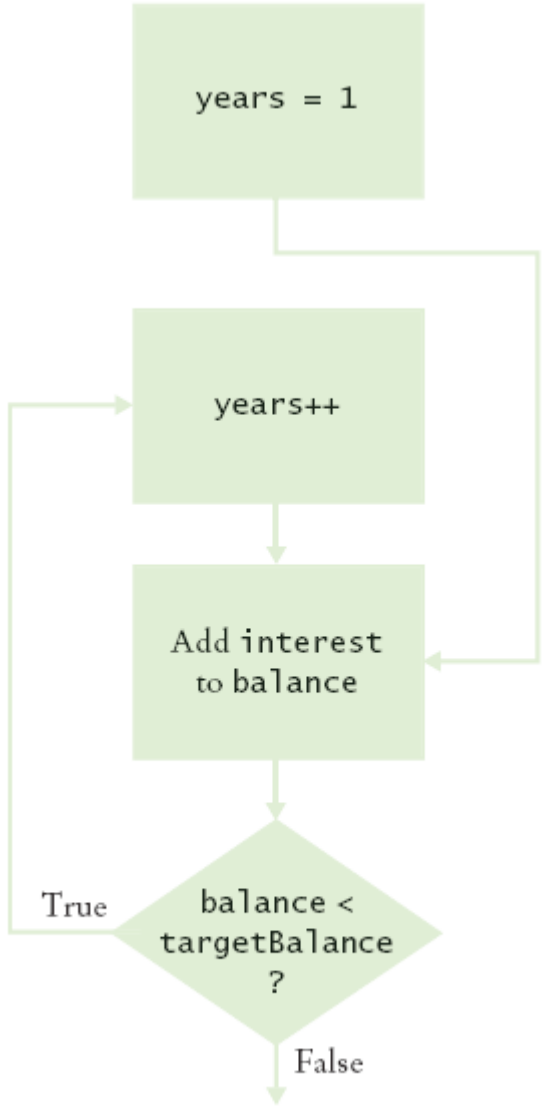
```
boolean done = false;
while (!done)
{
   System.out.print("Please enter a positive number: ");
   value = in.nextDouble();
   if (value > 0) done = true;
}
```

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`

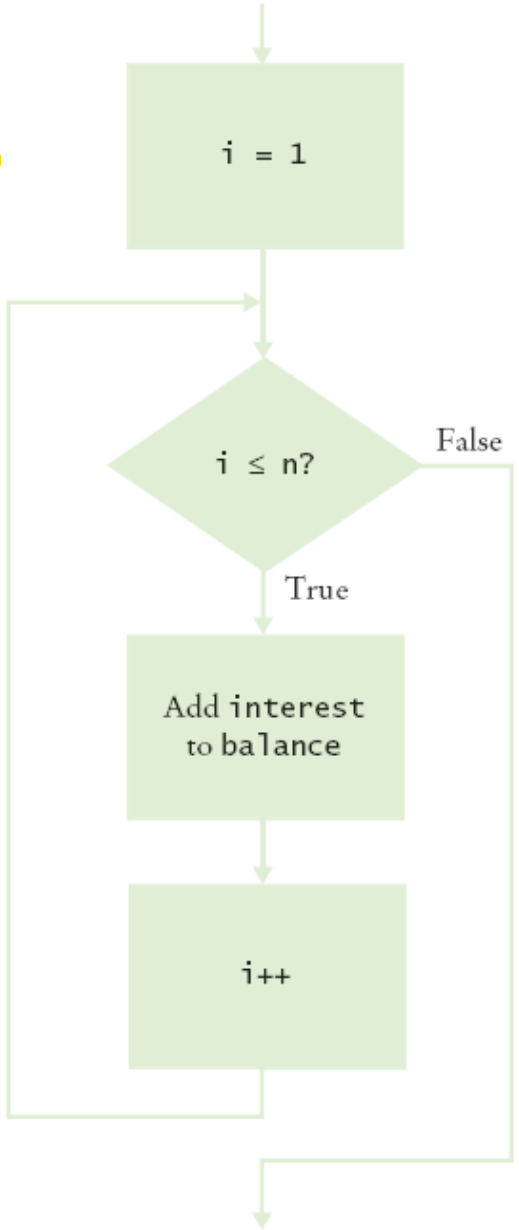
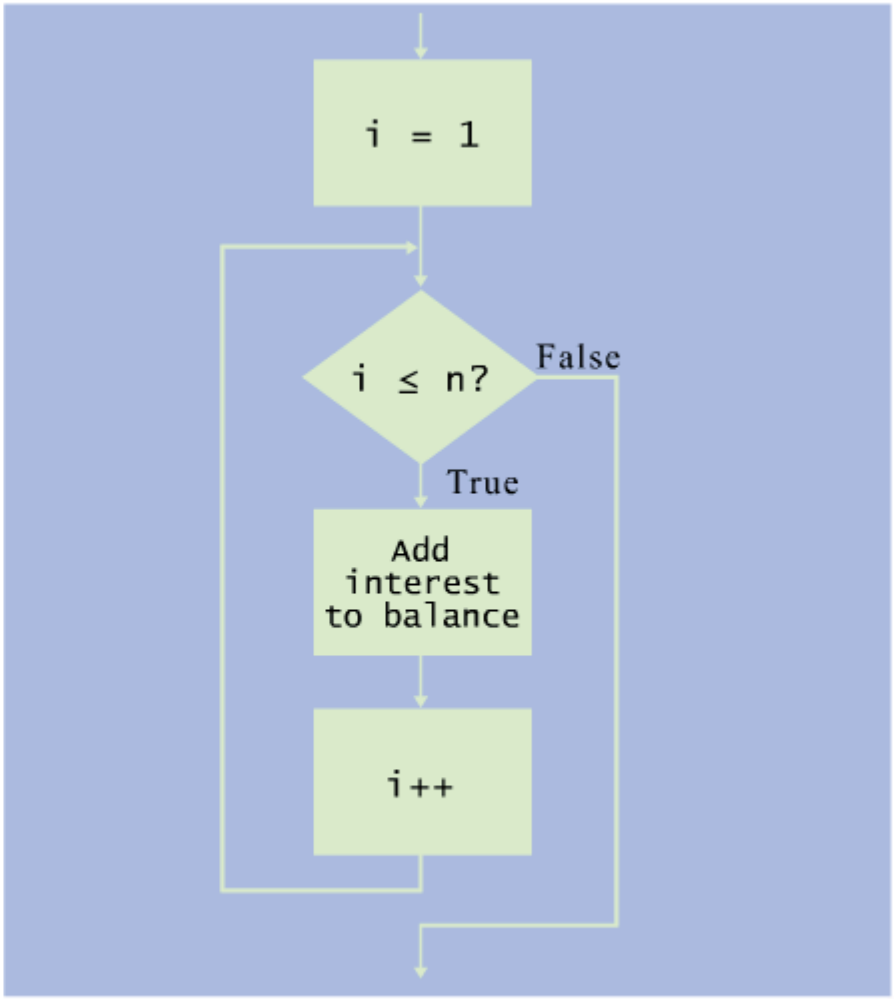


Figure 2 Flowchart of a `for` Loop

Animation 6.2

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

i	n	balance	rate	interest
	3	1000	10	



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