esial
ÉCOLE SUPÉRIEURE D'INFORMATIQUE ET APPLICATIONS DE LORRAINE

Nancy-Université
Université Henri Poincaré

IA – 2008 / 2009

Programmation Orientée Objet

3ème 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)

4ème 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

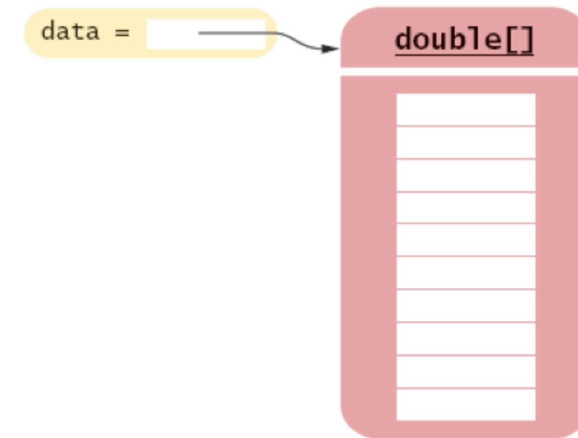
Tableaux

- Tableau : Séquence de valeur du même type
- Construction d'un tableau :
  `new double[10]`
- Stocké dans une variable de type `double[]`

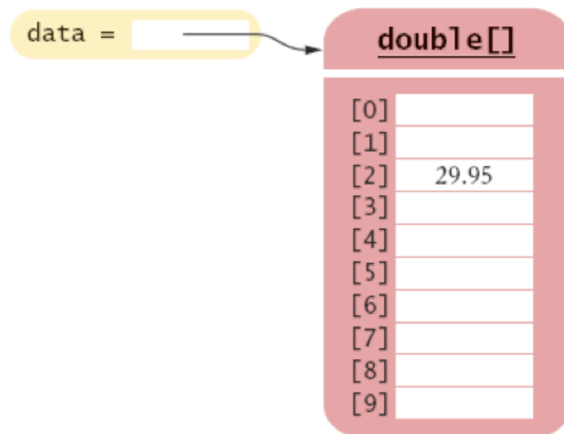
```
double[] data = new double[10];
```

- Quand un tableau est crée, 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 :

Accèder à un element 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
- Peux grandir et diminuer si nécessaire
- La classe `ArrayList` fournie 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 méthde `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 élement 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'élements dans un tableau dynamique ArrayList

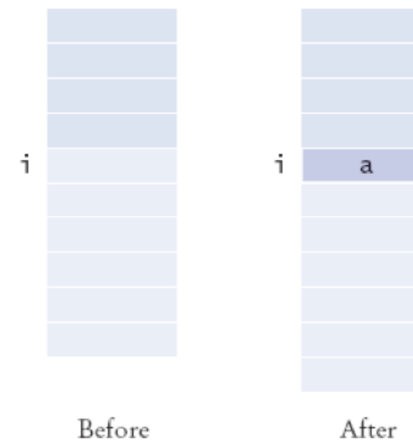
- `set` écrase la valeur existante

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

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

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

Ajout d'élements dans un tableau dynamique ArrayList /2



Animation 7.1 –

[0]
[1]
[2]
[3]
[4]
[5]
[6]

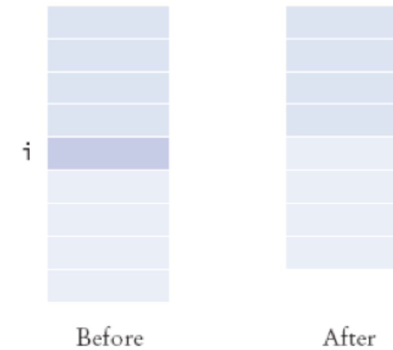
This animation demonstrates inserting an element into an array list.

7-01 Inserting into an Array List

Suppression d'éléments dans un tableau dynamique

`Remove` retire l'élément situé à un indice

`accounts.remove(i)`



Animation 7.2 –

[0]
[1]
[2]
[3]
[4]
[5]
[6]
[7]

This animation demonstrates removing an element from an array list.

7-02 Removing from an Array List

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: }
```

ch07/arraylist/BankAccount.java /4

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);
```

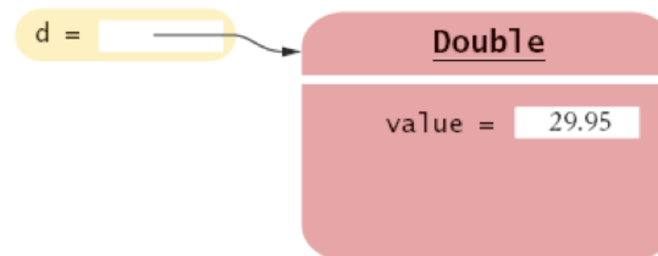
Réponse :

`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 crée 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/bankBankTester.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/bankBankTester.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: "
                  + 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

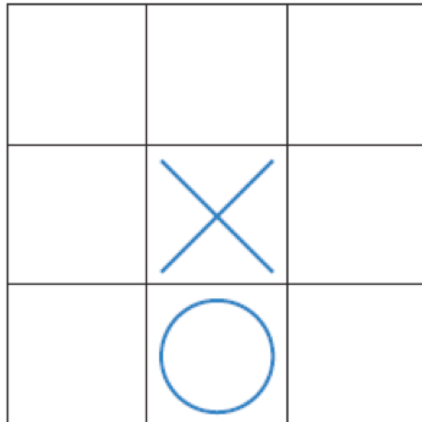
- Pour construire un tableau à 2 dimensions, il faut spécifier la taille pour chaque dimension :

```
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: }
```

ch07/twodim/TicTacToeRunner.java /3

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;
```

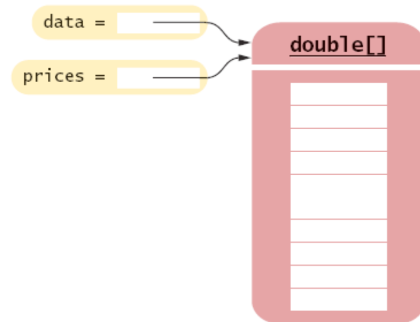


Figure 7 Two References to the Same Array

Copie de tableaux : Cloner

Utiliser `clone` pour faire une vraie copie par valeur

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

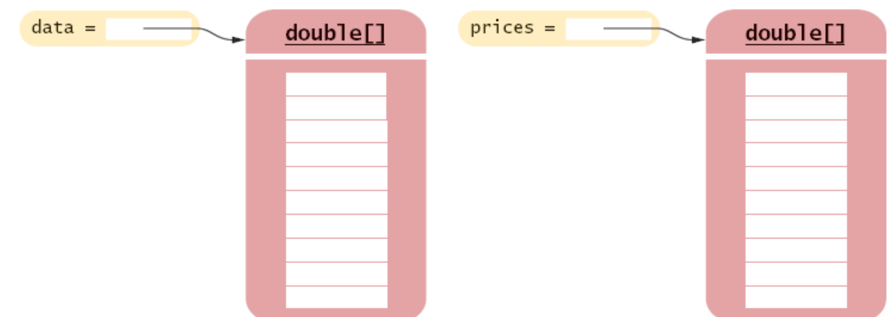


Figure 8 Cloning an Array

Copie de tableaux : Recopier les éléments d'un tableau

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

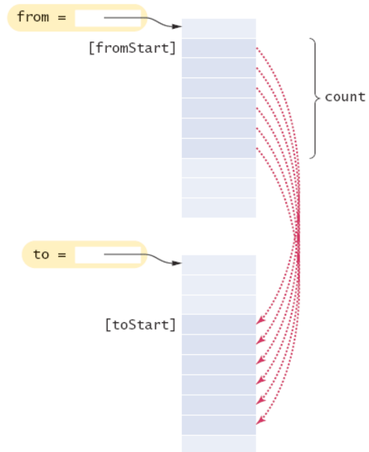


Figure 9 The System.arraycopy Method

Insertion d'une entrée dans un tableau

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

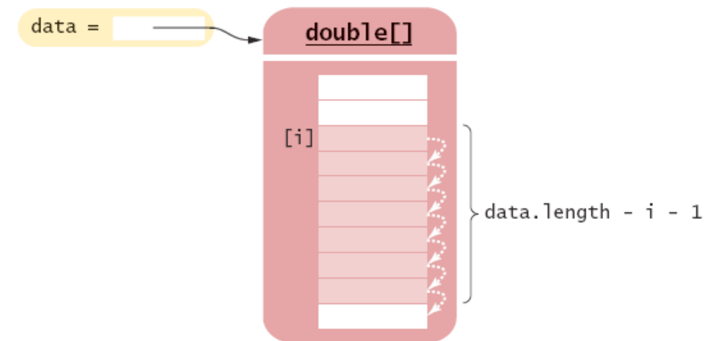


Figure 10 Inserting a New Element into an Array

Suppression d'une entrée d'un tableau

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

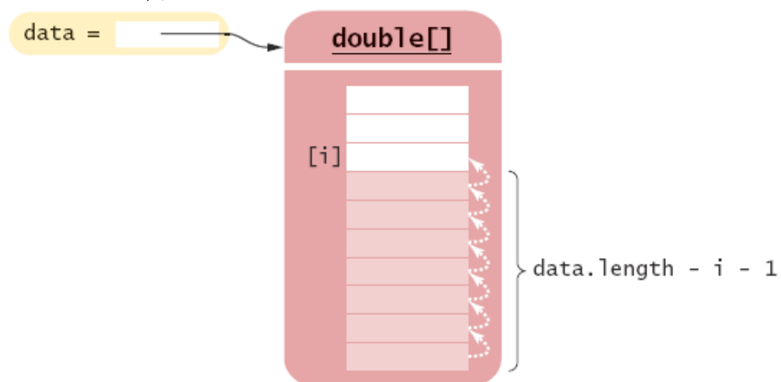


Figure 11 Removing an Element from an Array

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] ❶
System.arraycopy(data, 0, newData, 0, data.length)❷
```

Redimensionner un tableau /3

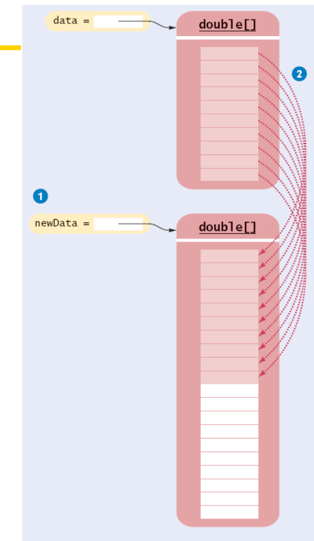


Figure 12 Growing an Array

Redimensionner un tableau /4

```
double[] newData = new double[2 * data.length]; ❶
System.arraycopy(data, 0, newData, 0, data.length); ❷
data = newData; ❸
```

Redimensionner un tableau /5

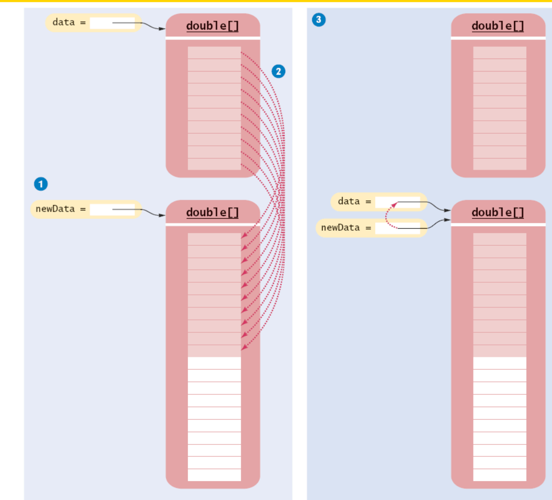


Figure 12 Growing an Array

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

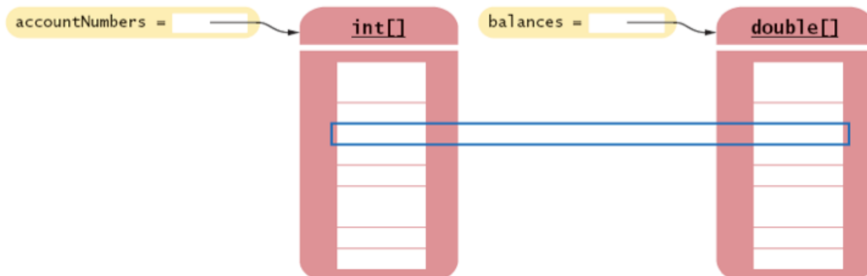
Questions /2

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

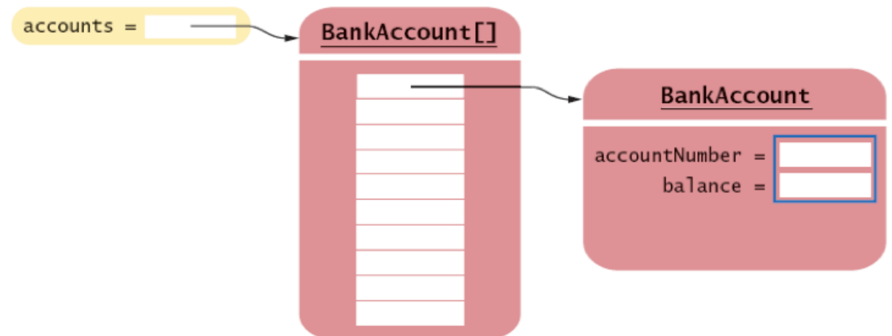
```
// Ne faites pas ça !!!
int[] accountNumbers;
double[] balances;
```



Tableaux parallèles /2

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

```
BankAccount[] = accounts
```



Tableaux partiellement remplis

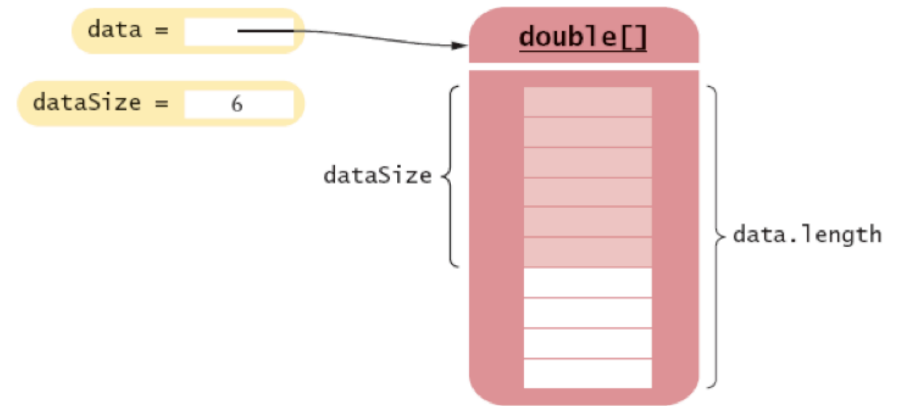
- Longueur tableau = nombre maximum d'éléments
- Généralement, partiellement remplis
- Besoin d'une variable companion pour conserver la taille courante
- Utiliser une convention de notation uniforme :

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

- Mettre à jour dataSize lors l'insertion/suppresion d'une élément :

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

Tableaux partiellement remplis /2



Tests de regression

- Conserver vos tests (*test case*)
- Utiliser les tests que vous avez conservés pour les versions suivantes de votre programme
- Une suite de test (*test suite*) est un ensemble de test que l'on peut répéter
- Cyclique = un bug fixé re-apparait souvent dans une version suivante
- Test de regression: répéter les tests précédents pour s'assurer que les erreurs antérieures ne ré-apparaissent pas dans les nouvelles versions

ch07/regression/BankTester.java

```
01: import java.util.Scanner;
02:
03: /**
04:    This program tests the Bank class.
05: */
06: public class BankTester
07: {
08:    public static void main(String[] args)
09:    {
10:       Bank firstBankOfJava = new Bank();
11:       firstBankOfJava.addAccount(new BankAccount(1001, 20000));
12:       firstBankOfJava.addAccount(new BankAccount(1015, 10000));
13:       firstBankOfJava.addAccount(new BankAccount(1729, 15000));
14:
15:       Scanner in = new Scanner(System.in);
16:
17:       double threshold = in.nextDouble();
18:       int c = firstBankOfJava.count(threshold);
19:       System.out.println("Count: " + c);
20:       int expectedCount = in.nextInt();
21:       System.out.println("Expected: " + expectedCount);
22:
```

ch07/regression/BankTester.java /2

```
23:        int accountNumber = in.nextInt;
24:        BankAccount a = firstBankOfJava.find(accountNumber);
25:        if (a == null)
26:           System.out.println("No matching account");
27:        else
28:        {
29:           System.out.println("Balance of matching account: " +
a.getBalance());
30:           int matchingBalance = in.nextLine();
31:           System.out.println("Expected: " + matchingBalance);
32:        }
33:     }
34: }
```

Redirection des entrées-sorties

- Stocker les entrées dans un fichier
- ch07/regression/input1.txt:

```
15000
2
1015
10000
```

- Saisissez la commande suivante :

```
java BankTester < input1.txt
```

- Sortie :

```
 Count: 2
Expected: 2
Balance of matching account: 10000
Expected: 10000
```

- Redirection des sorties :

```
java BankTester < input1.txt > output1.txt
```

Questions

Supposons qu'un client a trouvé une erreur dans votre programme. Quelles actions devez vous entreprendre ?

Réponse :

- Ecrire un test qui reproduit l'erreur,
- Corriger l'erreur,
- Conserver le test

5ème Partie : Introduction à la conception objets

Objectifs de cette partie

- Apprendre à choisir les classes appropriées à implémenter
- Comprendre les notions de *cohésion* et de *couplage*
- Minimiser les effets de bord (*side effects*)
- Documenter les responsabilités de chaque méthodes et leurs appelants avec des pré-conditions et des post-conditions
- Comprendre la différence entre méthodes d'instance et de classe
- Introduire la notion de variable de classe
- Comprendre les règles de portée des variables locales et des variables d'instance
- Découvrir la notion de package

Découvrir et choisir des classes

- Une classe représente un unique concept/notion du monde du problème (chercher les noms dans l'énoncé du problème)
- Le nom d'une classe est généralement un nom qui décrit un concept
- Concepts mathématiques :

```
Point
Rectangle
Ellipse
```

- Concepts de la vie de tous les jours :

```
BankAccount
CashRegister
```

Découvrir et choisir des classes /2

- Acteurs – Objets qui "travaille pour vous"

```
Scanner
Random // meilleur nom: RandomNumberGenerator
```

- Classes utilitaires – pas d'objet (instance) seulement des méthodes de classes

```
Math
```

- Programme principal : contient uniquement une méthode `main`
- Ne transformer pas les actions en classe :
  `Paycheck` est un meilleur nom que `ComputePaycheck`

Questions

On vous demande d'écrire un programme de jeu d'échec. `ChessBoard` peut-elle être une classe ? Et `MovePiece`?

Réponse : Oui (`ChessBoard`) et Non (`MovePiece`).

Cohésion

- Une classe doit représenter un seul concept
- L'interface publique d'une classe est cohésive si toutes ses fonctionnalités sont en relation avec le concept représenté
- Cette classe manque de cohésion :

```
public class CashRegister
{
   public void enterPayment(int dollars, int quarters,
      int dimes, int nickels, int pennies)
   . . .
   public static final double NICKEL_VALUE = 0.05;
   public static final double DIME_VALUE = 0.1;
   public static final double QUARTER_VALUE = 0.25;
   . . .
}
```

Cohésion

`CashRegister`, comme décrit précédemment, inclu deux concepts: *cash register* et *coin*

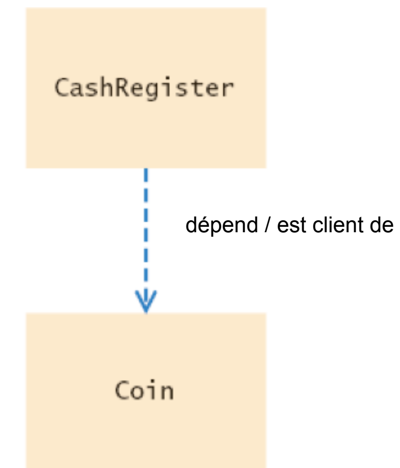
Solution : Faire deux classes :

```
public class Coin
{
   public Coin(double aValue, String aName) { . . . }
   public double getValue() { . . . }
   . . .
}
public class CashRegister
{
   public void enterPayment(int coinCount, Coin coinType)
      { . . . }
   . . .
}
```

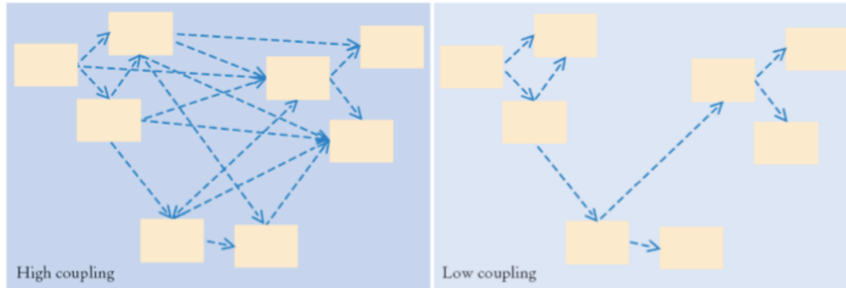
Couplage

- Une classe *dépend* d'une autre classe si elle utilise des instances de cette seconde classe
- `CashRegister` dépend de `Coin` pour déterminer la valeur du paiement
- `Coin` ne dépend pas de `CashRegister`
- Couplage fort = beaucoup de dépendances entre classes
- Minimiser le couplage pour minimiser l'impact du changement d'une interface
- Pour visualiser les relations entre classes, dessinez des diagrammes
- UML: Unified Modeling Language. Une notation pour l'analyse et la conception orientée objet

Couplage



Couplage fort et faible entre des classes



Questions

Pourquoi la classe `Coin` ne dépend pas de la classe `CashRegister` ?

Réponse :
Aucune utilisation des méthodes de coin n'est requise dans la classe `CashRegister`

Questions /2

Pourquoi doit-on minimiser le couplage entre classes ?

Réponse :
Si une classe ne dépend pas d'une autre, alors elle ne peut être affectée par un changement de l'interface de cette dernière.

Accesseurs, Modificateurs et Classes non-mutables

- Accesseur : ne change pas l'état du paramètre implicite

```
double balance = account.getBalance();
```

- Modificateur : modifie l'objet sur lequel il est invoqué

```
account.deposit(1000);
```

- Classe non-mutable : ne possède pas de modificateurs (exemple `String`)

```
String name = "John Q. Public";
String uppercased = name.toUpperCase();
                          // name is not changed
```

Questions

La méthode `substring` est elle un accesseur ou modificateur de la classe `String` ?

Réponse : c'est un accesseur – appeler `substring` ne modifie pas l'objet. En fait toutes les méthode de la classe `String` sont des accesseurs

Questions /2

La classe `Rectangle` est-elle non mutable ?

Réponse : Non – la méthode `translate` est un modificateur.

Effets de bord (Side Effects)

- Effet de bord d'une méthode : tout modification observable de l'extérieur de la méthode

```
public void transfer(double amount, BankAccount other)
{
   balance = balance - amount;
   other.balance = other.balance + amount; // Modifies
      explicit parameter
}
```

- Mettre à jour les paramètres (explicite) d'une méthode peut engendrer des surprises au programmeur ; il est préférable d'éviter ce genre de manipulation si possible

Effets de bord (Side Effects) /2

- Un autre exemple d'effet de bord : l'affichage

```
public void printBalance() // Not recommended
{
   System.out.println("The balance is now $" + balance);
}
```

  Mauvaise idée : le message est en anglais, et il utilise `System.out`. Il est préférable de découpler entrée/sortie du fonctionnement de votre classe

- Vous devez minimiser les effets de bord qui modifie autre chose que le receveur (paramètre implicite)

Questions

Si a référence un compte bancaire, l'appel `a.deposit(100)` modifie ce compte bancaire. Est-ce un effet de bord ?

Réponse : Non – un effet de bord d'une méthode modifie autre chose que le receveur de l'appel de méthode.

Questions /2

Considérons cette méthode

```
void read(Scanner in)
{
   while (in.hasNextDouble())
      add(in.nextDouble());
}
```

A-t-elle des effets de bord ?

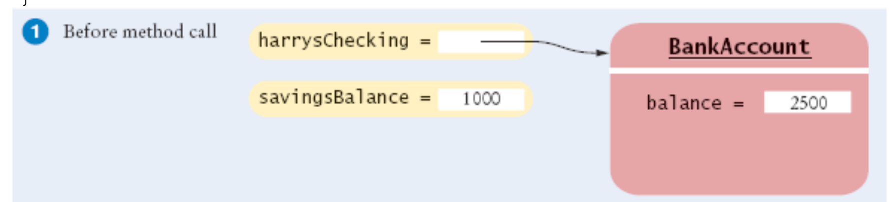
Réponse : Oui – La méthode affecte l'état de l'objet Scanner passé en paramètre

Erreur commune : Tentative de modification d'une valeur primitive passée en paramètre

- ```
  void transfer(double amount, double otherBalance)
   {
      balance = balance - amount;
      otherBalance = otherBalance + amount;
   }
  ```
- Ne fonctionne pas
- Scenario :
  ```
  double savingsBalance = 1000;
  harrysChecking.transfer(500, savingsBalance);
  System.out.println(savingsBalance);
  ```
- En Java, une méthode ne peut jamais modifier la valeur d'une variable de type primitive passée en paramètre

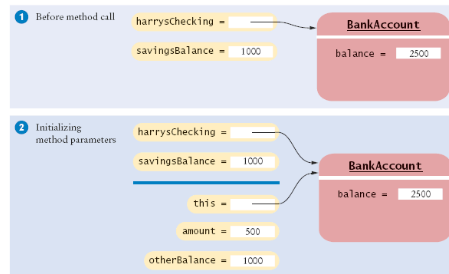
Erreur commune : Tentative de modification d'une valeur primitive passée en paramètre /2

```
double savingsBalance = 1000;
harrysChecking.transfer(500, savingsBalance); ❶
System.out.println(savingsBalance);
...
void transfer(double amount, double otherBalance)
{
   balance = balance - amount;
   otherBalance = otherBalance + amount;
}
```


```

Erreur commune : Tentative de modification d’une valeur primitive passée en paramètre /3

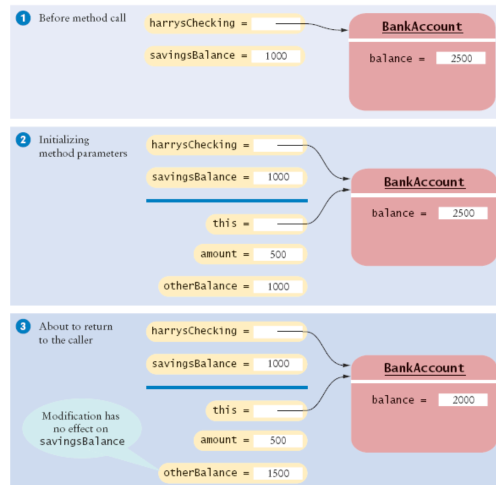
```
double savingsBalance = 1000;
harrysChecking.transfer(500, savingsBalance);  ❶
System.out.println(savingsBalance);
...
void transfer(double amount, double otherBalance)  ❷
{
   balance = balance - amount;
   otherBalance = otherBalance + amount;
}
```



Erreur commune : Tentative de modification d’une valeur primitive passée en paramètre /4

```
double savingsBalance = 1000;
harrysChecking.transfer(500, savingsBalance);  ❶
System.out.println(savingsBalance);
...
void transfer(double amount, double otherBalance)  ❷
{
   balance = balance - amount;
   otherBalance = otherBalance + amount;
} ❸
```

Erreur commune : Tentative de modification d’une valeur primitive passée en paramètre /5



Erreur commune : Tentative de modification d’une valeur primitive passée en paramètre /6

```
double savingsBalance = 1000;
harrysChecking.transfer(500, savingsBalance);  ❶
System.out.println(savingsBalance);  ❹
...
void transfer(double amount, double otherBalance)  ❷
{
   balance = balance - amount;
   otherBalance = otherBalance + amount;
} ❸
```

Erreur commune : Tentative de modification d’une valeur primitive passée en paramètre /7

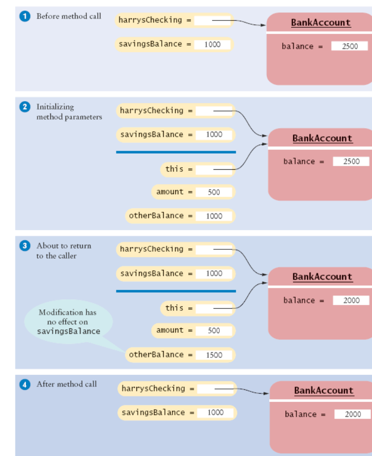


Figure 3 Modifying a Numeric Parameter Has No Effect on Caller

Animation 8.1 –

```
public static void main(String[] args)
{
   BankAccount harrysChecking = new BankAccount(2500);
   double savingsBalance = 1000;
   harrysChecking.transfer(500, savingsBalance);
   System.out.println(savingsBalance);
}

. . .

public void transfer(double amount, double otherBalance)
{
   balance = balance - amount;
   otherBalance = otherBalance + amount;
      // Won't work
}
```

harrysChecking =
savingsBalance = 1000
BankAccount
balance = 2500

The implicit parameter variable this is created and initialized.

8-01 A Method Cannot Modify a Numeric Parameter

Passage par valeur et passage par référence

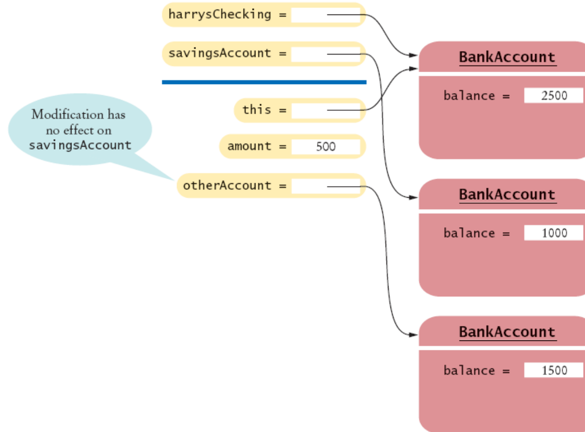
- Passage par valeur : Les paramètres sont copiés dans les variables représentant les paramètres au début de l’exécution de l’appel de méthode
- Passage par référénce : Les méthodes peuvent modifier les paramètres
- En Java uniquement des passage par valeur
- Une méthode peut change l’état d’un objet passé en paramètre (référence passée en paramètre), mais ne peut remplacer la référence par une autre référence

Passage par valeur et passage par référence /2

```
public class BankAccount
  {
     public void transfer(double amount, BankAccount
        otherAccount)
     {
        balance = balance - amount;
        double newBalance = otherAccount.balance + amount;
        otherAccount = new BankAccount(newBalance); //
           Won't work
     }
  }
```

Exemple : Passage par valeur

```
harrysChecking.transfer(500, savingsAccount);
```



Modifying an Object Reference Parameter Has No Effect on the Caller

Préconditions

- Précondition: Contrat que l'appelant d'une méthode doit respecter
- Documenter les préconditions pour que l'appelant n'appel pas avec de mauvaises valeurs en paramètre
-
```
/**
   Deposits money into this account.
   @param amount the amount of money to deposit
   (Precondition: amount >= 0)
*/
```
- Usage courant:
  - *Pour restreindre les valeurs des paramètres d'une méthode*
  - *Pour s'assurer qu'une méthode n'est appelée que lorsque l'objet est dans un état particuliere*
- Si la précondition est violée, la méthode ne garantit pas un résultat correct.

Préconditions /2

- Méthode peuvent lever des exceptions si la précontions est violée (cf. cours plus tard)
```
if (amount < 0) throw new IllegalArgumentException();
balance = balance + amount;
```
- Méthode n'a pas à tester si une condition est satisfaite (Test peut être coûteux)
```
// if this makes the balance negative, it's the caller's
   fault
balance = balance + amount;
```

Préconditions /3

- Méthode peut effectuer une vérification d'assertion
```
assert amount >= 0;
balance = balance + amount;
```
- Pour activer la vérification des assertions :
```
java -enableassertions MyProg
```

  On peut desactiver l'exécution des assertions quand notre programme est complétement testé, cela permet d'améliorer les performances d'exécution

- Tendance des programmeurs débutant (retour silencieux)
```
if (amount < 0)
   return; // Non recommandé car difficile à débugguer
balance = balance + amount;
```

Syntaxe Assertion

```
assert condition;
```

Exemple :

```
assert amount >= 0;
```

Objectif :

S'assurer qu'une condition est bien remplie. Si la vérification des assertions est activée et que la condition est violée alors une erreur est levée lors de l'exécution.

Postconditions

- Condition qui est satisfaite après l'exécution d'une méthode
- Si une méthode est appelée en respectant ses préconditions, elle doit garantir ses postconditions
- Il a deux types de postconditions :
  - *La valeur de retour est correctement calculée*
  - *L'objet est dans un certain état après l'exécution de la méthode*

```
/**
    Deposits money into this account.
    (Postcondition: getBalance() >= 0)
    @param amount the amount of money to deposit
    (Precondition: amount >= 0) */
```

- Ne documenter pas les postconditions triviales qui répète la clause `@return`

Postconditions /2

```
amount <= getBalance() // bonne formulation
amount <= balance // mauvaise formulation
```

- Contrat : Si l'appelant rempli la précondition, la méthode doit assurer la précondition

Questions

Pourquoi souhaiteriez vous ajouter une précondition à une méthode que vous fournissez à un autre programmeur ?

Réponse : Ensuite, vous n'aurez plus à tester les mauvaises valeurs – cela devient la responsabilité de l'appel (l'autre développeur).

Méthodes de classe

- Toute méthode appartient à une classe
- Une méthode de classe n'est pas invoquée sur un objet
- Pourquoi écrire une méthode qui n'opère pas sur objet ? Raison habituelle : des calculs sur des nombres qui ne sont pas des objets (ne peuvent donc pas recevoir d'appel de méthode)., Exemple : `x.sqrt()` avec `x` de type `double`
-
```
public class Financial
{
   public static double percentOf(double p, double a)
   {
      return (p / 100) * a;
   }
   // More financial methods can be added here.
}
```

Méthodes de classe /2

- Appeler avec le nom de la classe comme receveur au lieu d'une référence d'objet :
```
double tax = Financial.percentOf(taxRate, total);
```
- `main` est une méthode de classe – il n'existe pas encore d'autre objets

Variable de classe

- Une variable de classe appartient à une classe et non pas à un objet particulier de la classe.
-
```
public class BankAccount
{
   . . .
   private double balance;
   private int accountNumber;
   private static int lastAssignedNumber = 1000;
}
```
- Si `lastAssignedNumber` n'était pas `static`, chaque instance de `BankAccount` aurait sa propre valeur de `lastAssignedNumber`

Variable de classe /2

-
```
public BankAccount()
 {
   // Generates next account number to be assigned
   lastAssignedNumber++; // Updates the static field
   // Assigns field to account number of this bank
      account
   accountNumber = lastAssignedNumber; // Sets the
      instance field }
```
- Minimiser l'usage des variables de classe (final static ne sont pas concernés)

Variable de classe /3

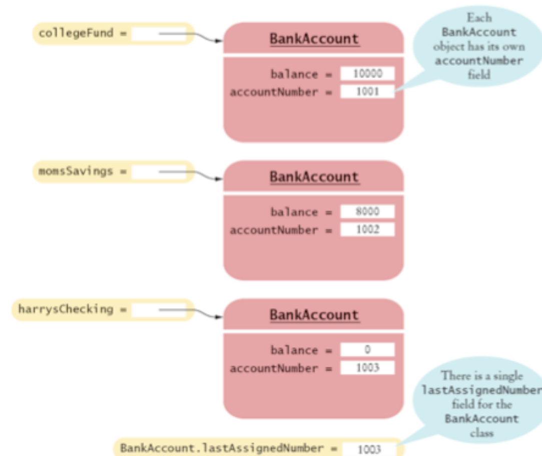
- 3 manières d'initialiser :
  1. *Ne rien faire. La variable est initialisée avec 0 (pour les nombres), false (pour les booléens) ou null (pour les références d'objet)*
  2. *Initialiser explicitement*
     ```
     public class BankAccount
     {
        . . .
        private static int lastAssignedNumber = 1000;
           // Executed once,
           // when class is loaded }
     ```
  3. *Utiliser un bloc de code static*
- Les variables de classe devraient toujours être déclarées comme `private`

Variable de classe /4

- Exception : les constantes qui peuvent être publique

```
public class BankAccount
{
   . . .
   public static final double OVERDRAFT_FEE = 5; //
      Refer to it as
      // BankAccount.OVERDRAFT_FEE
}
```

Une variable de classe et une variable d'instance



Portée des variables locales

- Portée des variables : Portion d'un programme où une variable peut être accèdée
- Portée d'une variable locale : de sa position de déclaration à la fin du bloc englobant

Portée des variables locales /2

- Le même nom de variable est utilisée dans plusieurs méthode :

```
public class RectangleTester
{
   public static double area(Rectangle rect)
   {
      double r = rect.getWidth() * rect.getHeight();
      return r;
   }
   public static void main(String[] args)
   {
      Rectangle r = new Rectangle(5, 10, 20, 30);
      double a = area(r);
      System.out.println(r);
   }
}
```

- Ces variables sont indépendantes. Leurs portées sont disjointes

Portée des variables locales /3

- La portée d'une variable locale ne peut contenir la définition d'une variable avec le même nom

```
Rectangle r = new Rectangle(5, 10, 20, 30);
if (x >= 0)
{
   double r = Math.sqrt(x);
   // Error - can't declare another variable called r
      here
   . . .
}
```

Portée des variables locales /4

- Pourtant, deux variables locales peuvent avoir le même nom si leurs portées sont disjointes

```
if (x >= 0)
{
   double r = Math.sqrt(x);
   . . .
   } // Scope of r ends here
else
{
   Rectangle r = new Rectangle(5, 10, 20, 30);
   // OK - it is legal to declare another r here
   . . .
}
```

Portée des variables de classe

- Les variables privées ont la portée de la classe : Vous pouvez accèder toutes les variables dans toutes les méthodes de la classe
- On doit préciser le nom de la classe pour accèder aux variables publiques hors de la classe de définition

```
Math.sqrt
harrysChecking.getBalance
```

- Dans une méthode, il n'est pas nécessaire (mais fortement conseillé) de préciser le nom de la classe lors de l'appel d'une méthode ou d'une variable de la même classe

Portée des variables de classe /2

- Un appel non qualifié (méthode ou instance) référence l'objet courant `this`

```
public class BankAccount
{
   public void transfer(double amount, BankAccount other)
   {
      withdraw(amount); // i.e., this.withdraw(amount);
      other.deposit(amount);
   }
   . . .
}
```

Recouvrement des portées

- Une variable locale peut masquée une variable d'instance qui porte le même nom
- La portée locale gagne sur la portée de classe

```
public class Coin
{
   . . .
   public double getExchangeValue(double exchangeRate)
   {
      double value; // Local variable
      . . .
      return value;
   }
   private String name;
   private double value; // Field with the same name
}
```

Recouvrement des portées /2

- On peut toujours accèder aux variables masquées en les qualifiant avec la référence this

```
value = this.value * exchangeRate;
```

Organisation des classes en paquetage

- Paquetage (*Package*): Ensemble de classe en relation
- Pour placer des classes dans un paquetage, il faut ajouter la ligne :

  ```
  package packageName;
  ```

  comme première instruction dans le code source de la classe
- Noms de paquetage sont formées par une succession d'identifiants séparés par des points

Organisation des classes en paquetage /2

- Par exemple, pour placée la classe `Financial` dans un paquetage nommé `com.horstmann.bigjava`, le fichier `Financial.java` doit débuté par :

```
package com.horstmann.bigjava;

public class Financial
{
   . . .
}
```

- Paquetage par défaut, aucune instruction `package`

Paquetages couramment utilisés dans la librairie Java

Paquetage	Objectif	Classe exemple
java.lang	Fonctionnalité du langage	Math
java.util	Utilitaires	Random
java.io	Entrée / sortie	PrintStream
java.awt	Abstract Windowing Toolkit (interface graphique)	Color
java.applet	Applets	Applet
java.net	Réseau	Socket
java.sql	Accès base de données	ResultSet
javax.swing	Swing (interface graphiqe)	JButton

Syntaxe Paquetage

```
package packageName;
```

Exemple :

```
package com.horstmann.bigjava;
```

Objectif :

Déclarer que toutes les classes de ce fichier appartiennent à un paquetage spécifique.

Importer des paquetages

- On peut toujours utiliser une classe sans importer son paquetage
  ```
  java.util.Scanner in = new java.util.Scanner(System.in);
  ```
- Fatiguant d'utiliser le nom qualifié
- Importation permet d'utiliser les noms courts des classes
  ```
  import java.util.Scanner; . . .
  Scanner in = new Scanner(System.in)
  ```
- On peut importer toutes les classes d'un paquetage
  ```
  import java.util.*;
  ```
- Jamais nécessaire d'importer `java.lang`
- Jamais nécessaire d'importer les autres classes d'un même paquetage

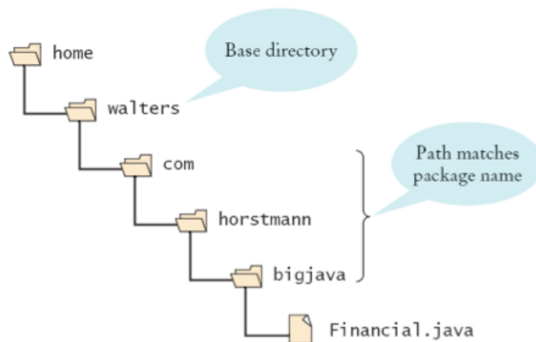
Nom de paquetage et localisation des classes

- Utiliser des noms de paquetages pour éviter les clash sur les noms
  java.util.Timer vs. javax.swing.Timer
- Noms de paquetages ne doivent pas être ambigue
- Recommendation : debute par un nom de domaine inversé
  com.horstmann.bigjava
  fr.esial.uhp
- Les chemins doivent concorder avec les noms de paquetages
  `com/horstmann/bigjava/Financial.java`

Nom de paquetage et localisation des classes /2

- Les chemins sont recherchés à partir du classpath
  `export CLASSPATH=/home/walters/lib:.`
  `set CLASSPATH=c:\home\walters\lib;.`
- Class path contient les répertoires de base où les répertoires des paquetages sont placés

Répertoires de base et sous répertoires des paquetages



Questions

Parmi les éléments suivants, lesquels sont des paquetages ?

```
a. java
b. java.lang
c. java.util
d. java.lang.Math
```

Réponse :

```
a. No
b. Yes
c. Yes
d. No
```