esial
ÉCOLE SUPÉRIEURE D'INFORMATIQUE ET APPLICATIONS DE LORRAINE

Nancy-Université
Université Henri Poincaré

IA – 2008 / 2009

Programmation Orientée Objet

4ème 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)

6ème Partie : Interface et polymorphisme

Objectifs de cette partie

- Découvrir la notion d'interface
- Être capable de réaliser de convertir des références d'interfaces en références de classes
- Découvrir et comprendre le concept de "polymorphisme"
- Apprécier comment les interfaces peuvent découpler les classes
- Apprendre à implémenter des classes "helper" en utilisant des classes internes (*inner classes*)
- Savoir comment les classes internes accèdent aux variables de portées englobantes

Les interfaces pour améliorer la ré-utilisatiblité du code

- Un cas d'utilisation des *types* interfaces : rendre du code réutilisable
- À la fin du 2ème cours, nous avons défini une classe `DataSet` pour calculer la moyenne et le maximum d'un ensemble de valeurs (*double*)
- Que devons nous faire si nous souhaitons calculer le solde moyen et le solde maximum d'un ensemble de `BankAccount` ?

Les interfaces pour améliorer la ré-utilisatiblité du code /2

```
public class DataSet // Modifiée pour des objets BankAccount
 {
    . . .
    public void add(BankAccount x)
    {
       sum = sum + x.getBalance();
       if (count == 0
           || maximum.getBalance() < x.getBalance())
       maximum = x;
       count++;
    }

    public BankAccount getMaximum()
    {
       return maximum;
    }

    private double sum;
    private BankAccount maximum;
    private int count;
}
```

Les interfaces pour améliorer la ré-utilisatiblité du code /3

Et si l'on suppose que l'on veuille faire le même genre de calcul pour la classe `Coin`. On devrait encore apporter les mêmes modifications à classe `DataSet` :

```
public class DataSet // Modifiée pour des objets Coin
{
   . . .
   public void add(Coin x)
   {
      sum = sum + x.getValue();
      if (count == 0 || maximum.getValue() <
         x.getValue()) maximum = x;
      count++;
   }
```

Les interfaces pour améliorer la ré-utilisatiblité du code /4

```
   public Coin getMaximum()
   {
      return maximum;
   }

   private double sum;
   private Coin maximum;
   private int count;
}
```

Les interfaces pour améliorer la ré-utilisatiblité du code /5

- Dans tous les cas, les mécanismes d'analyse sont les mêmes; seule la façon précise de mésurer diffère
- Les classes peuvent "se mettre d'accord" sur une méthode `getMeasure` qui permettrait d'obtenir la mesure à analyser
- On peut implémenter une seule classe réutilisable `DataSet` dont le corps de la méthode `add` ressemblerait à:

```
sum = sum + x.getMeasure();
if (count == 0 || maximum.getMeasure() <
    x.getMeasure())
    maximum = x;
    count++;
```

Les interfaces pour améliorer la ré-utilisatiblité du code /6

- Mais quel est le type de la variable `x`?
  `x` devrait référencer n'importe quelle classe qui fournie la méthode `getMeasure`
- En Java, un *type* interface est utilisé pour spécifier les opérations obligatoires

```
public interface Measurable
{
   double getMeasure();
}
```

- La déclaration d'une interface liste toutes les méthodes (et leur signature) que le type interface requiert

Interfaces vs. Classes

Un type interface est similaire à une classe, mais il y a des différences fondamentales :

- *Toutes les méthodes d'une interface sont abstraites ; elles n'ont pas d'implémentation*
- *Toutes les méthodes d'une interface sont publiques*
- *Une interface ne possède pas de variables d'instance*

Classe générique `DataSet` pour des objets "mesurable"

```
public class DataSet
{
   . . .
   public void add(Measurable x)
   {
      sum = sum + x.getMeasure();
      if (count == 0 || maximum.getMeasure() <
         x.getMeasure())
         maximum = x;
      count++;
   }

   public Measurable getMaximum()
   {
      return maximum;
   }
```

Classe générique `DataSet` pour des objets “mesurable” /2

```
   private double sum;
   private Measurable maximum;
   private int count;
}
```

Implémenter une interface

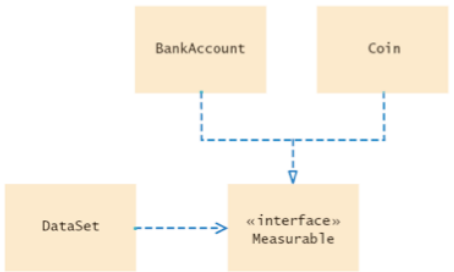
- Utiliser le mot-clé `implements` pour indiquer qu’une classe implémente une interface

```
public class BankAccount implements Measurable
{
  public double getMeasure()
  {
     return balance;
  }
  // Additional methods and fields
}
```

- Une classe peut implémenter plus d’une interface
  - *Une classe doit obligatoirement définir toutes les méthodes qui sont requises par les interfaces qu’elle implémente*

Diagramme de classes UML (`DataSet` et les classes en relation)

- Les interfaces reduisent le couplage entre classes
- Notation UML :
  - *Les interfaces sont étiquettées avec un "stereotype" indicant «interface»*
  - *Une ligne se terminant par un triangle vide dénote une relation “est-un” entre une classe et une interface*
  - *Un ligne se terminant par une flèche dénote une relation “est client de” ou “utilise”*
- Remarque : `DataSet` est découplé de `BankAccount` et de `Coin`



Syntaxe Définition d’une interface

```
public interface InterfaceName
{
   // method signatures
}
```

Exemple :

```
public interface Measurable
{
   double getMeasure();
}
```

Objectif :

Définir une interface et la signature de ses méthodes. Toutes les méthodes sont obligatoirement/automatiquement publiques.

Syntaxe Implémentation d'une interface

```
public class ClassName
    implements InterfaceName, InterfaceName, ...
{
      // methods and instance variables
}
```

Exemple :

```
public class BankAccount implements Measurable
{
   // Other BankAccount methods
   public double getMeasure()
   {
      // Method implementation
   }
}
```

Objectifs :

Définir une classe qui implémente (réalise) une interface.

ch09/measure1/DataSetTester.java

```
01: /**
02:    This program tests the DataSet class.
03: */
04: public class DataSetTester
05: {
06:    public static void main(String[] args)
07:    {
08:       DataSet bankData = new DataSet();
09:
10:       bankData.add(new BankAccount(0));
11:       bankData.add(new BankAccount(10000));
12:       bankData.add(new BankAccount(2000));
13:
14:       System.out.println("Average balance: "
15:             + bankData.getAverage());
16:       System.out.println("Expected: 4000");
17:       Measurable max = bankData.getMaximum();
18:       System.out.println("Highest balance: "
19:          + max.getMeasure());
20:       System.out.println("Expected: 10000");
21:
```

ch09/measure1/DataSetTester.java /2

```
22:       DataSet coinData = new DataSet();
23:
24:       coinData.add(new Coin(0.25, "quarter"));
25:       coinData.add(new Coin(0.1, "dime"));
26:       coinData.add(new Coin(0.05, "nickel"));
27:
28:       System.out.println("Average coin value: "
29:             + coinData.getAverage());
30:       System.out.println("Expected: 0.133");
31:       max = coinData.getMaximum();
32:       System.out.println("Highest coin value: "
33:             + max.getMeasure());
34:       System.out.println("Expected: 0.25");
35:    }
36: }
```

ch09/measure1/DataSetTester.java /3

Output:

```
Average balance: 4000.0
Expected: 4000
Highest balance: 10000.0
Expected: 10000
Average coin value: 0.13333333333333333
Expected: 0.133
Highest coin value: 0.25
Expected: 0.25
```

Questions

Supposons que l'on souhaite utiliser la classe `DataSet` pour connaître le pays (`Country`) qui possède la plus grande population. Quelle condition la classe `Country` doit-elle remplir ?

Réponse : Elle doit implémenter l'interface `Measurable` et sa méthode `getMeasure` doit retourner la population du pays.

Questions

Pourquoi la méthode `add` de la classe `DataSet` ne peut tout simplement pas avoir un paramètre de type `Object` ?

Réponse : La classe `Object` n'a pas de méthode `getMeasure`, et la méthode `add` invoque la méthode `getMeasure`.

Conversion entre types d'une classe et une interface

- On peut convertir une référence d'une classe en une référence d'une interface si la classe implémente l'interface
- ```
  BankAccount account = new BankAccount(10000);
  Measurable x = account; // OK
  ```
- ```
  Coin dime = new Coin(0.1, "dime");
  Measurable x = dime; // OK
  ```
- Conversion interdite entre types qui n'ont aucune relation

```
Measurable x = new Rectangle(5, 10, 20, 30); // ERREUR
```

- Car `Rectangle` n'implémente pas `Measurable`

Transtypage (Cast)

- Ajout d'objet Coin à un `DataSet`

```
DataSet coinData = new DataSet();
coinData.add(new Coin(0.25, "quarter"));
coinData.add(new Coin(0.1, "dime"));
. . .
Measurable max = coinData.getMaximum(); // Get the
   largest coin
```

- Et maintenant comment on utilise cette référence ? Ce n'est plus une référence vers `Coin`

```
String name = max.getName(); // ERREUR
```

- On doit "transtyper" la référence pour la convertir vers le type de l'objet (dynamique)
- On sait que c'est une objet de type Coin, mais le compilateur ne le sait pas. Transtyper (cast) :

```
Coin maxCoin = (Coin) max;
String name = maxCoin.getName();
```

Transtypage (Cast) /2

- Si on s'est trompé et que `max` n'est pas un Coin, le compilateur renvoie une erreur (sous forme d'exception)
- Différence par rapport au cast avec les nombres :
  - Quand on cast un nombre on s'accorde sur la perte d'information
  - Quand on cast une référence, on risque de déclencher une erreur

Questions

Peut-on utiliser le transtypage (`BankAccount`) `x` pour convertir la `x` de type Measurable en une référence de type `BankAccount` ?

Réponse : Seulement si `x` référence réellement un objet de type `BankAccount`.

Questions

Si `BankAccount` et `Coin` implémentent l'interface `Measurable`, peut-on convertir une référence de type `Coin` en une référence `BankAccount`?

Réponse : Non – une référence de type `Coin` peut être convertie en une référence de type `Measurable`, mais si l'on essaye de la convertir vers une référence de type `BankAccount`, alors une exception est levée

Polymorphisme

- Une variable maintien une référence vers un objet dont la classe implémente une interface

```
Measurable x;
x = new BankAccount(10000);
x = new Coin(0.1, "dime");
```

- Noter que l'objet référencé par x n'est pas de type `Measurable` ; Le type de l'objet est une classe qui implémente l'interface `Measurable`
- On peut appeler n'importe quelle méthode de l'interface :

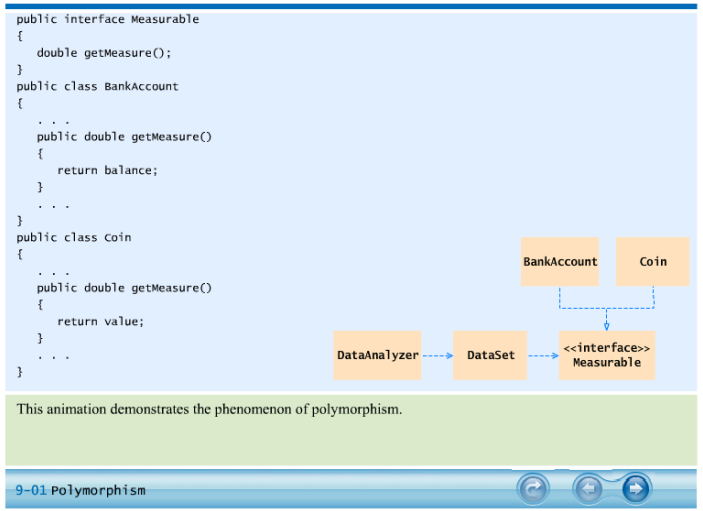
```
double m = x.getMeasure();
```

- Quelle méthode est appelée ?

Polymorphisme /2

- Dépend du type de l'objet référencé (type dynamique)
- Si x référence un compte bancaire, alors la méthode `getMeasure` de `BankAccount` appelée
- Si x référence une pièce, alors c'est la méthode de la classe `Coin`
- Polymorphisme (plusieurs formes): Comportement varie en fonction du type réel de l'objet
- Appelé liaison dynamique (*late binding*) résolu à l'exécution
- Différent de la surcharge qui est résolue à la compilation (*early binding*)

Animation 9.1 –



Questions

Pourquoi ne peut on pas construire d'objet de type `Measurable` ?

Réponse : `Measurable` est une interface. Les interfaces ne contiennent pas de variable d'instance, ni d'implémentation de méthodes.

Questions

Pourquoi peut-on néanmoins déclarer une variable dont le type est Measurable?

Réponse : Une telle variable ne référence jamais un objet de type Measurable. Elle référence un objet d'une certaine classe qui implémente l'interface Measurable.

Interfaces pour implémenter un mécanisme de rappel

- Limitations de l'interface `Measurable` :
  - *On ne peut ajouter l'interface `Measurable` qu'aux classes dont on a le contrôle*
  - *On ne peut mesurer un objet que d'une seule manière*
- Mécanisme de rappel (*Callback mechanism*) : permet à une classe de rappeler une méthode spécifique lorsque l'on a besoin d'information supplémentaire
- Dans l'implémentation précédente `DataSet`, la résponsabilité de mesurer revient aux objets eux-mêmes

Interfaces pour implémenter un mécanisme de rappel /2

- Alternative : Passer l'objet à mesurer à une méthode :

```
public interface Measurer
{
   double measure(Object anObject);
}
```

- `Object` est "le plus petit dénominateur" de toutes les classes

Interfaces pour implémenter un mécanisme de rappel /3

méthode `add` fait appel à "measurer" (et non l'objet ajouté) pour effectuer la mésure :

```
public void add(Object x)
{
   sum = sum + measurer.measure(x);
   if (count == 0 || measurer.measure(maximum) <
      measurer.measure(x))
   maximum = x;
   count++;
}
```

Interfaces pour implémenter un mécanisme de rappel /4

- On peut définir des "measurer" pour tout type de mesure

```
public class RectangleMeasurer implements Measurer
{
   public double measure(Object anObject)
   {
      Rectangle aRectangle = (Rectangle) anObject;
      double area = aRectangle.getWidth() *
         aRectangle.getHeight();
      return area;
   }
}
```

- On doit transtyper (cast) de `Object` vers `Rectangle`

```
Rectangle aRectangle = (Rectangle) anObject;
```

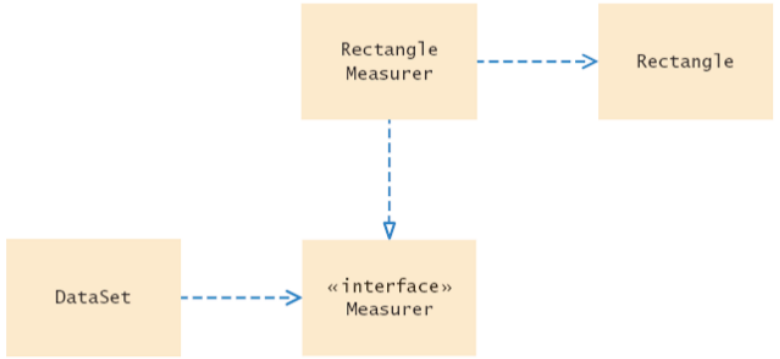
Interfaces pour implémenter un mécanisme de rappel /5

- Passage d'un "measurer" à la construction du DataSet :

```
Measurer m = new RectangleMeasurer();
DataSet data = new DataSet(m);
data.add(new Rectangle(5, 10, 20, 30));
data.add(new Rectangle(10, 20, 30, 40)); . . .
```

Diagramme de classes UML de l'interface `Measurer` …

La classe `Rectangle` est bien découplée de l'interface `Measurer`



ch09/measure2/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 with a given measurer.
08:       @param aMeasurer the measurer that is used to measure data
values
09:    */
10:    public DataSet(Measurer aMeasurer)
11:    {
12:       sum = 0;
13:       count = 0;
14:       maximum = null;
15:       measurer = aMeasurer;
16:    }
17:
18:    /**
19:       Adds a data value to the data set.
20:       @param x a data value
21:    */
```

ch09/measure2/DataSet.java /2

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

ch09/measure2/DataSet.java /3

```
41:    /**
42:       Gets the largest of the added data.
43:       @return the maximum or 0 if no data has been added
44:    */
45:    public Object getMaximum()
46:    {
47:       return maximum;
48:    }
49:
50:    private double sum;
51:    private Object maximum;
52:    private int count;
53:    private Measurer measurer;
54: }
```

ch09/measure2/DataSetTester2.java

```
01: import java.awt.Rectangle;
02:
03: /**
04:    This program demonstrates the use of a Measurer.
05: */
06: public class DataSetTester2
07: {
08:    public static void main(String[] args)
09:    {
10:       Measurer m = new RectangleMeasurer();
11:
12:       DataSet data = new DataSet(m);
13:
14:       data.add(new Rectangle(5, 10, 20, 30));
15:       data.add(new Rectangle(10, 20, 30, 40));
16:       data.add(new Rectangle(20, 30, 5, 15));
17:
18:       System.out.println("Average area: " + data.getAverage());
19:       System.out.println("Expected: 625");
20:
```

ch09/measure2/DataSetTester2.java /2

```
21:       Rectangle max = (Rectangle) data.getMaximum();
22:       System.out.println("Maximum area rectangle: " + max);
23:       System.out.println("Expected:
java.awt.Rectangle[x=10,y=20,width=30,height=40]");
24:    }
25: }
```

ch09/measure2/Measurer.java

```
01: /**
02:    Describes any class whose objects can measure other objects.
03: */
04: public interface Measurer
05: {
06:    /**
07:       Computes the measure of an object.
08:       @param anObject the object to be measured
09:       @return the measure
10:    */
11:    double measure(Object anObject);
12: }
```

ch09/measure2/RectangleMeasurer.java

```
01: import java.awt.Rectangle;
02:
03: /**
04:    Objects of this class measure rectangles by area.
05: */
06: public class RectangleMeasurer implements Measurer
07: {
08:    public double measure(Object anObject)
09:    {
10:       Rectangle aRectangle = (Rectangle) anObject;
11:       double area = aRectangle.getWidth() * aRectangle.getHeight();
12:       return area;
13:    }
14: }
```

ch09/measure2/RectangleMeasurer.java /2

Output:

```
Average area: 625
Expected: 625
Maximum area rectangle:java.awt.Rectangle[x=10,y=20,
   width=30,height=40]
Expected: java.awt.Rectangle[x=10,y=20,width=30,height=40]
```

Questions

Pourquoi la méthode `measure` de l'interface `Measurer` possède un paramètre alors que la méthode `getMeasure` de l'interface `Measurable` n'en possède pas ?

Réponse : Un `Measurer` mesure un objet passé en paramètre, alors que la méthode `getMeasure` mesure son propre objet (le receveur de l'appel de méthode).

Classes internes

- Une classe très simple peut être définie à l'intérieur d'une méthode

```
public class DataSetTester3
{
   public static void main(String[] args)
   {
      class RectangleMeasurer implements Measurer
      {
         . . .
      }
      Measurer m = new RectangleMeasurer();
      DataSet data = new DataSet(m);
      . . .
   }
}
```

Classes internes /2

- Si une classe interne est définie à l'intérieur d'une classe mais hors d'une méthode, elle est disponible pour toutes les méthodes de la classe englobante
- Le compilateur transforme le classe interne en des classes régulières :
  `DataSetTester$1$RectangleMeasurer.class`

Syntaxe Classes internes

Déclaration dans une méthode

```
class OuterClassName
{
   method signature
   {
      . . .
      class InnerClassName
      {
         // methods
         // fields
      }
      . . .
   }
   . . .
}
```

Déclaration dans une classe

```
class OuterClassName
{
   // methods
   // fields
   accessSpecifier class
      InnerClassName
   {
      // methods
      // fields
   }
   . . .
}
```

Syntaxe Classes internes

Exemple :

```
public class Tester
{
   public static void main(String[] args)
   {
      class RectangleMeasurer implements Measurer
      {
         . . .
      }
      . . .
   }
}
```

Objectif :

Déclarer une classe interne dont la portée est limitée à une seule méthode ou à une seule classe.

ch09/measure3/DataSetTester3.java

```
01: import java.awt.Rectangle;
02:
03: /**
04:    This program demonstrates the use of an inner class.
05: */
06: public class DataSetTester3
07: {
08:    public static void main(String[] args)
09:    {
10:       class RectangleMeasurer implements Measurer
11:       {
12:          public double measure(Object anObject)
13:          {
14:             Rectangle aRectangle = (Rectangle) anObject;
15:             double area
16:                   = aRectangle.getWidth() * aRectangle.getHeight();
17:             return area;
18:          }
19:       }
20:
```

ch09/measure3/DataSetTester3.java /2

```
21:       Measurer m = new RectangleMeasurer();
22:
23:       DataSet data = new DataSet(m);
24:
25:       data.add(new Rectangle(5, 10, 20, 30));
26:       data.add(new Rectangle(10, 20, 30, 40));
27:       data.add(new Rectangle(20, 30, 5, 15));
28:
29:       System.out.println("Average area: " + data.getAverage());
30:       System.out.println("Expected: 625");
31:
32:       Rectangle max = (Rectangle) data.getMaximum();
33:       System.out.println("Maximum area rectangle: " + max);
34:       System.out.println("Expected:
java.awt.Rectangle[x=10,y=20,width=30,height=40]");
35:    }
36: }
```

Questions

Pourquoi utiliseriez-vous une classe interne à la place d'une classe régulière ?

Réponse : Une classe interne se révèle utile pour implémenter des classes non significatives. De plus, les méthodes de cette classe peuvent accèder aux variables des blocs englobants.

7ème Partie : Héritage

Objectifs de cette partie

- Découvrir la notion d'héritage
- Comprendre comment hériter ou redéfinir des méthodes d'une classe mère
- Savoir quand appeler les constructeurs des classes mères
- Apprendre l'effet du mot clé `protected` et ses effets sur le contrôle d'accès des paquetages
- Découvrir le comportement commun à tout objet défini dans la classe `Object` et comment redéfinir les méthodes telles que `toString` et `equals`

Introduction à l'héritage

- Héritage : étendre des classes en ajoutant des méthodes et des variables d'instance
- Exemple : Compte d'épargne = compte bancaire avec des intérêts

```
class SavingsAccount extends BankAccount
{
   new methods
   new instance fields
}
```

- `SavingsAccount` hérite automatiquement de toutes les méthodes et variables d'instance de la classe `BankAccount`

```
SavingsAccount collegeFund = new SavingsAccount(10);
// Savings account with 10% interest
collegeFund.deposit(500);
// OK to use BankAccount method with SavingsAccount
   object
```

Introduction à l'héritage /2

- Classe étendue = Classe mère = *super classe* (`BankAccount`),
  Classe étendant = Sous classe (`Savings`)
- Hériter d'une classe ≠ d'implémenter une interface : une sous classe hérite de l'implémentation des méthodes et de l'état (variables d'instance)
- Un des avantages de l'héritage : la réutilisation de code

Héritage : Diagramme

Toute classe hérite de la classe `Object` soit directement soit indirectement

Introduction à l'héritage /3

- Dans la sous classe, sont spécifiés :
  - Les variables d'instance que l'on ajoute
  - Les méthodes que l'on ajoute
  - Les méthodes que l'on redéfinie (dont on change le comportement)

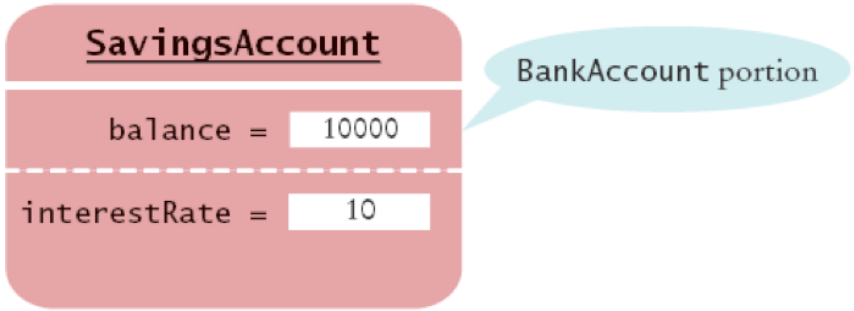
```
public class SavingsAccount extends BankAccount
 {
    public SavingsAccount(double rate)
    {
       interestRate = rate;
    }

    public void addInterest()
    {
       double interest = getBalance() * interestRate/100;
       deposit(interest);
    }

    private double interestRate;
 }
```

Introduction à l'héritage /4

- Encapsulation : La méthode `addInterest` appelle `getBalance` plutôt que de mettre à jour directement la variable `balance` de la classe mère (la variable est déclarée `private`)
- Remarquer que `addInterest` appelle `getBalance` sans spécifier le receveur (l'appel s'applique à l'objet lui-même)

Sous classe

L'objet `SavingsAccount` hérite de la variable d'instance `balance` de la classe `BankAccount`, et gagne une variable additionnelle : `interestRate`:



Syntaxe Héritage

```
class SubclassName extends SuperclassName
{
   methods
   instance fields
}
```

Exemple :

```
public class SavingsAccount extends BankAccount
{
   public SavingsAccount(double rate)
   {
      interestRate = rate;
   }
```

Syntaxe Héritage

```
   public void addInterest()
   {
      double interest = getBalance() * interestRate / 100;
      deposit(interest);
   }

   private double interestRate;
}
```

Objectifs :

Définir une nouvelle classe en héritant du comportement (les méthodes) et de l'état (les variables d'instance) d'une classe existante (la classe mère).

Questions

Combien de variables d'instance possède un objet de la classe `SavingsAccount` ?

Réponse : 2 variables d'instance : `balance` et `interestRate`.

Questions

Donnez quatre noms de méthode que vous pouvez appeler sur un objet de type `SavingsAccount`.

Réponse : `deposit`, `withdraw`, `getBalance`, et `addInterest`.

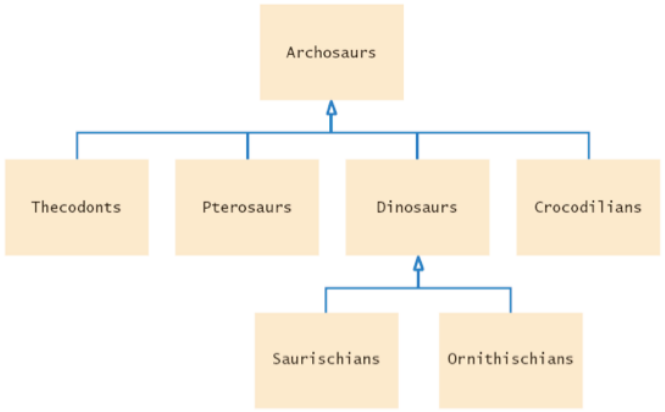
Questions

Si la classe `Manager` étend la classe `Employee`, quelle est la classe mère et quelle est la classe fille ?

Réponse : `Manager` est la classe fille (sous classe); `Employee` est la classe mère (super classe).

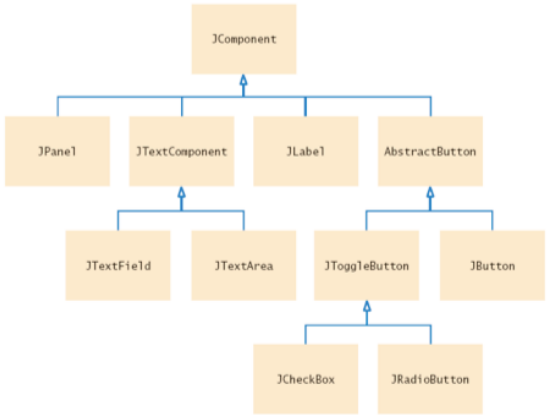
Hiérarchie de classes

- Ensemble de classes qui forme arbre d'héritage
- Exemple :



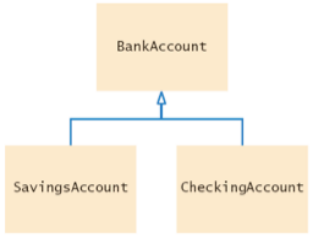
Hiérarchie de classes /2

- La classe mère `JComponent` possède les méthodes `getWidth, getHeight`
- La classe `AbstractButton` fournie les méthodes pour consulter/modifier le texte d'un bouton et son icône



Hiérarchie de classes /3

- Considérons une banque qui offre à ses clients deux types de compte :
  1. *Compte courant (Checking account): pas d'intérêt; un nombre (peu élevé) de transactions gratuites, des frais additionnels pour chaque transaction supplémentaire*
  2. *Compte d'épargne (Savings account) : des intérêts chaque mois*
- Hiérarchie de classe :



- Tous les comptes supportent la méthode `getBalance`
- Tous les comptes supportent les méthodes `deposit` et `withdraw`, mais leur l'implémentation différe
- Compte courant requiert une méthode `deductFees`; Compte d'éparne requiert une méthode `addInterest`

Questions

Quel est le rôle de la classe `JTextComponent` dans la hiérarchie présentée précedemment ?

Réponse : Exprimer et factoriser le comportement commun à tous les composants graphiques

Questions

Quelle variable d'instance doit-on ajouter dans la classe `CheckingAccount`?

Réponse : On doit ajouter un compteur qui compte le nombre de dépôts et de retraits effectués.

Héritage de méthodes

- Rédéfinition de méthodes (overriding) :
  - *Fournir une implémentation différente d'une méthode existante dans la classe mère*
  - *Doit avoir la même signature (même nom et même nombre et type de paramètres)*
  - *Si une méthode est appliquée sur un objet de la sous classe, la redéfinission de cette méthode est exécutée (cf. TD)*
- Méthodes héritées :
  - *Ne pas fournir de nouvelle implémentation pour une méthode de la classe mère*
  - *Les méthodes de la classes mère peuvent être appliquée sur des instances de la classe fille*
- Méthodes ajoutées :
  - *Fournir une méthode qui n'existe pas dans la classe mère*
  - *Cette nouvelle méthode ne peut être appliquée que sur les objets de la classe fille*

Héritage des variables d'instance

- On ne peut rédéfinir les variables d'instance de la classe mère
- Variables héritées: Toutes les variables de la classe mère sont automatiquement héritées
- Variables ajoutées : Définir de nouvelles variables qui n'existaient pas dans la classe mère
- Que se passe-t-il si l'on définit une nouvelle variable avec le même nom qu'une variable de la classe mère ?
  - *Chaque objet possèdera deux variables d'instances avec le même nom*
  - *Ces variables pourront contenir des valeurs différentes*
  - *Possible mais clairement déconseillé*

Implémentation de la classe `CheckingAccount`

- Rédéfinir les méthodes `deposit` et `withdraw` pour incrémenter le compteur de transactions :

```
public class CheckingAccount extends BankAccount
{
public void deposit(double amount) { . . . }
public void withdraw(double amount) { . . . }
public void deductFees() { . . . }
// new method private int transactionCount;
// new instance field
}
```

- Chaque objet `CheckingAccount` possède deux variables d'instance :
  - `balance` *(hérité de* `BankAccount`*)*
  - `transactionCount` *(nouvellement ajouté à* `CheckingAccount`*)*

Implémentation de la classe `CheckingAccount` /2

- On peut appliquer 4 méthodes aux objets de la classe `CheckingAccount` :
  - `getBalance()` *(hérité de* `BankAccount`*)*
  - `deposit(double amount)` *(rédéfini* `BankAccount`*)*
  - `withdraw(double amount)` *(rédéfini* `BankAccount`*)*
  - `deductFees()` *(ajouté à* `CheckingAccount`*)*

Variables d'instance héritées sont privées (Private)

- Considérons la méthode `deposit` de `CheckingAccount`

```
public void deposit(double amount)
{
   transactionCount++;
   // now add amount to balance
   . . .
}
```

- On ne peut pas ajouter simplement `amount` à `balance`
- `balance` est une variable *privée* de la classe mère
- Une sous classe n'a pas accès aux variables privées de sa classe mère
- Une sous classe doit donc utiliser l'interface publique de la classe mère

Appel d'une méthode de la classe mère

- On ne peut pas appeler simplement

  `deposit(amount)`

  dans `deposit` de `CheckingAccount`
- Cela reviendrait à appeler `this.deposit(amount)`
- Et donc exécuter une boucle d'appel récursive infinie
- À la place, pour invoquer la méthode la classe mère

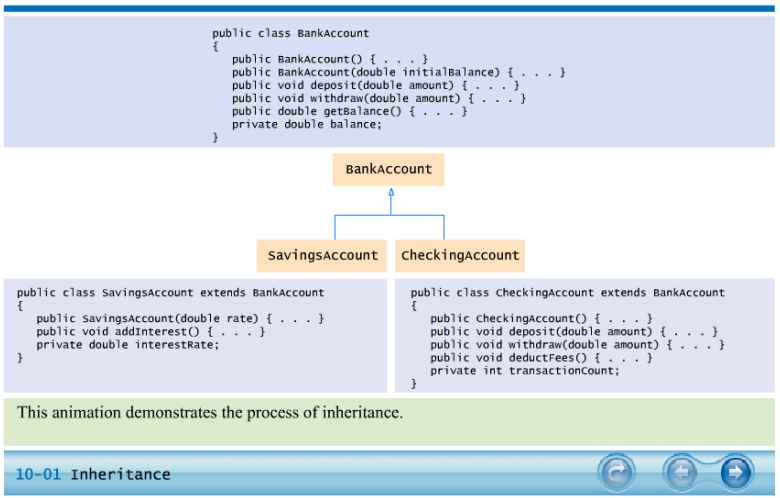
  `super.deposit(amount)`
- Maintenant cela appelle bien la méthode `deposit` telle que définie dans la classe `BankAccount`

Appel d'une méthode de la classe mère /2

- Méthode complète :

```
public void deposit(double amount)
{
   transactionCount++;
   // Now add amount to balance
   super.deposit(amount);
}
```

Animation 10.1 –



Syntaxe Appel d'une méthode de la classe mère

```
super.methodName(parameters)
```

Exemple :

```
public void deposit(double amount)
{
   transactionCount++;
   super.deposit(amount);
}
```

Objectif :

Appeler une méthode de la classe mère éventuellement masquée par une méthode de la fille.

Implémentation des autres méthodes

```
public class CheckingAccount extends BankAccount
{
   . . .
   public void withdraw(double amount)
   {
      transactionCount++;
      // Now subtract amount from balance
      super.withdraw(amount);
   }

   public void deductFees()
   {
      if (transactionCount > FREE_TRANSACTIONS)
      {
         double fees = TRANSACTION_FEE
            * (transactionCount - FREE_TRANSACTIONS);
         super.withdraw(fees);
      }
```

Implémentation des autres méthodes /2

```
      transactionCount = 0;
   }
   . . .
   private static final
   int FREE_TRANSACTIONS = 3;
   private static final double TRANSACTION_FEE = 2.0;
}
```

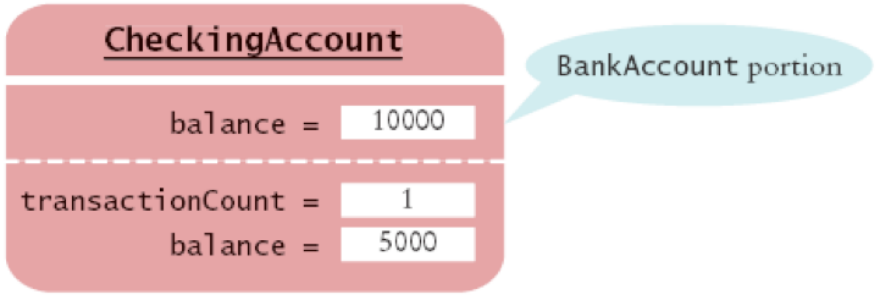
Erreur classique : Masquer une variable d'instance

- Une sous classe n'a pas accès aux variables privées de sa classe mère
- Erreur du débutant : "résoudre" le problème en ajoutant une variable d'instance dans la classe fille portant le même nom :

```
public class CheckingAccount extends BankAccount
{
   public void deposit(double amount)
   {
      transactionCount++;
      balance = balance + amount;
   }
   . . .
   private double balance; // NON !!!
}
```

Erreur classique : Masquer une variable d'instance /2

- Maintenant, la méthode deposit compile correctement, mais elle ne met plus à jour correctement le solde du compte!



Construction d'une classe fille

- `super` suivi de parenthèses désigne l'appel au constructeur de la classe mère (super constructeur)

```
public class CheckingAccount extends BankAccount
{
   public CheckingAccount(double initialBalance)
   {
      // Construct superclass
      super(initialBalance);
      // Initialize transaction count
      transactionCount = 0;
   }
   . . .
}
```

- Cette instruction doit être la *première* instruction du constructeur de la classe fille

Construction d'une classe fille /2

- Si le constructeur d'une classe fille ne fait pas appel explicitement à un des constructeurs de la classe mère, le constructeur par défaut est appelé
  - *Constructeur par défaut = constructeur sans paramètre*
  - *Constructeur par défaut d'une classe est ajouté si il n'existe pas d'autres constructeurs déjà défini*
  - *Attention aux appels implicites du construteurs par défaut qui ne serait pas présent*

Syntaxe Appel du super constructeur

```
ClassName(parameters)
{
   super(parameters);
   . . .
}
```

Exemple :

```
public CheckingAccount(double initialBalance)
{
   super(initialBalance);
   transactionCount = 0;
}
```

Objectif :

Appeler le constructeur de la classe mère. Cette instruction doit être la première instruction du constructeur de la classe fille.

Questions

Quand vous faites appel à une méthode de la classe mère en utilisant le mot-clé `super`, cet appel doit-il être la première instruction de la méthode de la sous classe ?

Réponse : Non – c'est une obligation uniquement pour les constructeurs. Par exemple, la méthode `deposit` de la classe `SavingsAccount` incrémente d'abord le compteur de transactions avant de faire appel à la méthode de la classe mère.

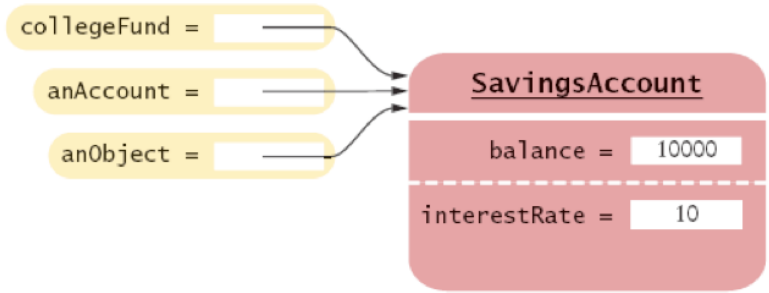
Conversion entre les types de la sous classe et de la classe mère

- Ok de convertir une référence de la sous classe en une référence de la classe mère

```
SavingsAccount collegeFund = new SavingsAccount(10);
BankAccount anAccount = collegeFund;
Object anObject = collegeFund;
```

- Les trois références d'objet stockées dans `collegeFund`, `anAccount`, et `anObject` font référence au même objet de type `SavingsAccount`

Conversion entre les types de la sous classe et de la classe mère /2



Conversion entre les types de la sous classe et de la classe mère /3

- Les références de la classe mère "ne connaissent pas toute l'histoire" :

```
anAccount.deposit(1000); // OK
anAccount.addInterest();
// Non ce n'est pas une méthode définie dans la classe
dont anAccount est de type
```

- Quand vous effectuez une conversion entre le type d'une sous classe et d'une classe mère :
  - *La valeur de la référence reste la même ! (en quelque sorte la position de l'objet dans la mémoire) t*
  - *Mais, moins d'information est connu sur cet objet*

Conversion entre les types de la sous classe et de la classe mère /4

- Pourquoi souhaiterions connaître *moins* de chose d'un objet ?
  - *Pour réutiliser du code qui ne connait que la classe mère :*

```
public void transfer(double amount, BankAccount other)
{
   withdraw(amount);
   other.deposit(amount);
}
```

Peut être utilisé pour transférer de l'argent entre n'importe quel type de compte

Conversion entre les types de la sous classe et de la classe mère /5

- Parfois, on doit convertir une référence dont le type est la classe mère en une référence dont le type est la classe fille

```
BankAccount anAccount = (BankAccount) anObject;
```

- Ce transtypage (cast) est dangereux. Une erreur peut être levée!
- Solution : utiliser l'opérateur `instanceof`
- `instanceof`: test si l'objet appartient bien à un type particulier

```
if (anObject instanceof BankAccount)
{
   BankAccount anAccount = (BankAccount) anObject;
   . . .
}
```

Syntaxe Opérateur instanceof

object `instanceof` *TypeName*

Example :

```
if (anObject instanceof BankAccount)
{
   BankAccount anAccount = (BankAccount) anObject;
   . . .
}
```

Objectif :

Retourner `true` si l'objet est une instance du type *TypeName* (ou de l'un de ses sous-types), retourne `false` dans tous les autres cas.

Questions

Pourquoi le second paramètre de la méthode `transfer` doit être du type `BankAccount` et non pas par exemple, `SavingsAccount`?

Réponse : On souhaite utiliser cette méthode pour tous les types de comptes bancaires.

Questions

Pourquoi ne pas changer dans ce cas le type du second paramètre de la méthode `transfer` en le type `Object`?

Réponse : On ne peut appeler la méthode `deposit` sur une variable de type `Object`.

Polymorphisme

- En Java, le type d'une variable ne détermine pas complétement le type de l'objet à lequel cette variable fait référence

```
BankAccount aBankAccount = new SavingsAccount(1000);
   // aBankAccount holds a reference to a SavingsAccount
```

- Les appels de méthodes sont déterminés par le type réel de l'objet (type dynamique) et non pas le type de la référence (type statique)

```
BankAccount anAccount = new CheckingAccount();
anAccount.deposit(1000);
            // Calls "deposit" from CheckingAccount
```

- Le compilateur doit vérifier quelles sont les méthodes autorisées à être appelées

```
Object anObject = new BankAccount();
anObject.deposit(1000); // Faux!
```

Polymorphisme

- Polymorphisme : aptitude à référencer un plusieurs types d'objets dont le comportement peut varier
- Polymorphisme :

```
public void transfer(double amount, BankAccount other)
{
   withdraw(amount);
    // Racourci pour this.withdraw(amount);
   other.deposit(amount);
}
```

- En fonction des types de `amount` et `other`, différentes versions des méthodes `withdraw` et `deposit` sont appelées

ch10/accounts/AccountTester.java

```
01: /**
02:    This program tests the BankAccount class and
03:    its subclasses.
04: */
05: public class AccountTester
06: {
07:    public static void main(String[] args)
08:    {
09:       SavingsAccount momsSavings
10:             = new SavingsAccount(0.5);
11:
12:       CheckingAccount harrysChecking
13:             = new CheckingAccount(100);
14:
15:       momsSavings.deposit(10000);
16:
17:       momsSavings.transfer(2000, harrysChecking);
18:       harrysChecking.withdraw(1500);
19:       harrysChecking.withdraw(80);
20:
```

ch10/accounts/AccountTester.java /2

```
21:       momsSavings.transfer(1000, harrysChecking);
22:       harrysChecking.withdraw(400);
23:
24:       // Simulate end of month
25:       momsSavings.addInterest();
26:       harrysChecking.deductFees();
27:
28:       System.out.println("Mom's savings balance: "
29:             + momsSavings.getBalance());
30:       System.out.println("Expected: 7035");
31:
32:       System.out.println("Harry's checking balance: "
33:             + harrysChecking.getBalance());
34:       System.out.println("Expected: 1116");
35:    }
36: }
```

ch10/accounts/CheckingAccount.java

```
01: /**
02:    A checking account that charges transaction fees.
03: */
04: public class CheckingAccount extends BankAccount
05: {
06:    /**
07:       Constructs a checking account with a given balance.
08:       @param initialBalance the initial balance
09:    */
10:    public CheckingAccount(double initialBalance)
11:    {
12:       // Construct superclass
13:       super(initialBalance);
14:
15:       // Initialize transaction count
16:       transactionCount = 0;
17:    }
18:
19:    public void deposit(double amount)
20:    {
21:       transactionCount++;
```

ch10/accounts/CheckingAccount.java /2

```
22:       // Now add amount to balance
23:       super.deposit(amount);
24:    }
25:
26:    public void withdraw(double amount)
27:    {
28:       transactionCount++;
29:       // Now subtract amount from balance
30:       super.withdraw(amount);
31:    }
32:
33:    /**
34:       Deducts the accumulated fees and resets the
35:       transaction count.
36:    */
37:    public void deductFees()
38:    {
39:       if (transactionCount > FREE_TRANSACTIONS)
40:       {
41:          double fees = TRANSACTION_FEE *
42:                (transactionCount - FREE_TRANSACTIONS);
43:          super.withdraw(fees);
44:       }
```

ch10/accounts/CheckingAccount.java /3

```
45:       transactionCount = 0;
46:    }
47:
48:    private int transactionCount;
49:
50:    private static final int FREE_TRANSACTIONS = 3;
51:    private static final double TRANSACTION_FEE = 2.0;
52: }
```

ch10/accounts/BankAccount.java

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

ch10/accounts/BankAccount.java /2

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

ch10/accounts/BankAccount.java /3

```
46:    public double getBalance()
47:    {
48:       return balance;
49:    }
50:
51:    /**
52:       Transfers money from the bank account to another account
53:       @param amount the amount to transfer
54:       @param other the other account
55:    */
56:    public void transfer(double amount, BankAccount other)
57:    {
58:       withdraw(amount);
59:       other.deposit(amount);
60:    }
61:
62:    private double balance;
63: }
```

ch10/accounts/SavingsAccount.java

```
01: /**
02:    An account that earns interest at a fixed rate.
03: */
04: public class SavingsAccount extends BankAccount
05: {
06:    /**
07:       Constructs a bank account with a given interest rate.
08:       @param rate the interest rate
09:    */
10:    public SavingsAccount(double rate)
11:    {
12:       interestRate = rate;
13:    }
14:
15:    /**
16:       Adds the earned interest to the account balance.
17:    */
```

ch10/accounts/SavingsAccount.java /2

```
18:    public void addInterest()
19:    {
20:       double interest = getBalance() * interestRate / 100;
21:       deposit(interest);
22:    }
23:
24:    private double interestRate;
25: }
```

Output:

```
Mom's savings balance: 7035.0
Expected: 7035
Harry's checking balance: 1116.0
Expected: 1116
```

Questions

Si `a` est une variable du type `BankAccount` qui contient une référence non-`null`, que sait-on à propos de l'objet auquel cette variable référe ?

Réponse : L'objet est une instance de la classe `BankAccount` ou d'une de ses sous classes.

Questions

Si `a` référence un compte courant, quel est l'effet de l'appel de méthode `a.transfer(1000, a)` ?

Réponse : Le solde du compte (balance) n'est pas changé et le compteur de transaction est incrémenté deux fois.

Contrôle d'accès / Encapsulation

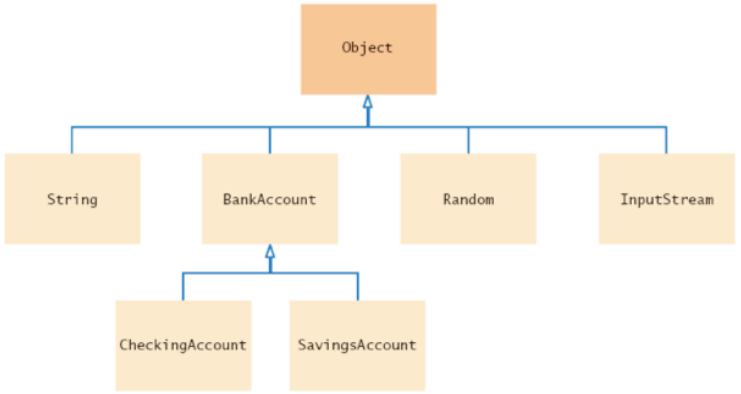
- Java possède 4 niveaux de contrôle d'accès aux variables, méthodes et classes :
  - *`public`*
    - *Peut être accédé par toutes les méthodes de toutes les classes*
  - *`private`*
    - *Peut être accédé par les méthodes de la même classe*
  - *`protected`*
    - *Peut être accédé par toutes les méthodes du même paquetage et par toutes les méthodes d'une sous-classe*
  - *package*
    - *Par défaut, quand aucun mot clé n'est précisé*
    - *Peut être accédé par toutes les méthodes du même paquetage*
    - *Bon point pour les classes par défaut, mais dommageable pour les variables d'instance*

Niveaux d'accès recommandés

- Variables d'instance et de classes (`static`) : Toujours privé. Exceptions :
  - *`public static final` pour les constantes (utiles et non dangereux)*
  - *Certains objets, tels que `System.out`, doivent être accessible à tous les programmes (`public`)*
  - *Parfois, les classes d'un paquetage doivent collaborer de manière très étroite (donner l'accès package aux variables concernées) ; classes internes sont généralement recommandées dans ce cas*
- Méthodes : `public` ou `private`
- Classes and interfaces: `public` ou package
  - Meilleure alternative à l'accès package : les classes internes
    - En générale, les classes internes ne sont pas `public` (des exceptions existent ex `Ellipse2D.Double`)
- Attention aux accès par défaut !!!!

La super classe Object

- Toutes les classes définies dans une clause explicite `extends` dérive automatiquement de la classe `Object`



La super classe Object /2

- Toutes les classes définies dans une clause explicite `extends` dérive automatiquement de la classe `Object`
- Les méthodes les plus communes de cette classes sont :
  - *`String toString()`*
  - *`boolean equals(Object otherObject)`*
  - *`Object clone()`*
- C'est une bonne idée de redéfinir ces méthodes dans vos propres classes

Redéfinition de la méthode `toString`

- Retourne une réprésentation sous forme d'une chaîne de caractères de l'objet
- Pratique pour "debugger" :

```
Rectangle box = new Rectangle(5, 10, 20, 30);
String s = box.toString();
// Sets s to java.awt.Rectangle[x=5,y=10,width=20,
   height=30]"
```

- `toString` est appelée quand vous concaténez une chaîne avec une référence à un objet :

```
"box=" + box;
// Result: "box=java.awt.Rectangle[x=5,y=10,width=20,
   height=30]"
```

Redéfinition de la méthode `toString` /2

- `Object.toString` affiche le nom de la classe et le code de “hachage de l’objet”

```
BankAccount momsSavings = new BankAccount(5000);
String s = momsSavings.toString();
// Sets s to something like "BankAccount@d24606bf"
```

Redéfinition de la méthode `toString` /3

- Pour fournir une version plus détaillée ou plus lisible, il suffit de redéfinir la méthode `toString`:

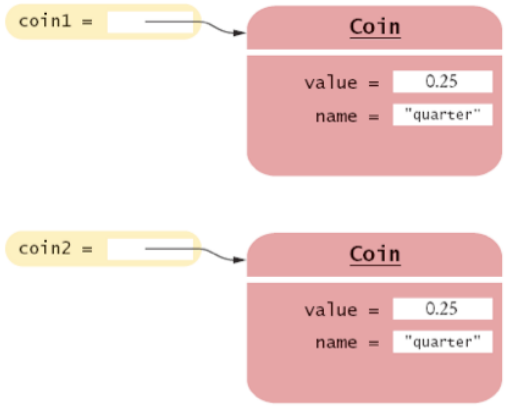
```
public String toString()
{
   return "BankAccount[balance=" + balance + "]";
}
```

- Ce qui donne :

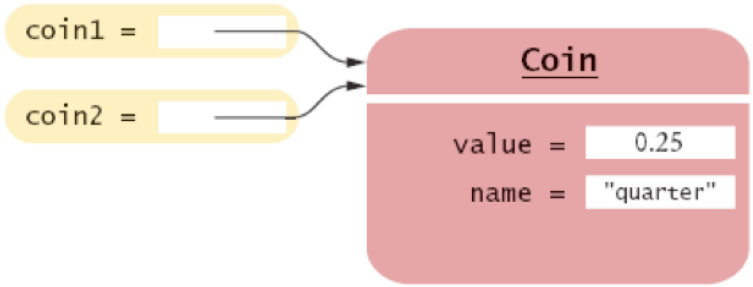
```
BankAccount momsSavings = new BankAccount(5000);
String s = momsSavings.toString();
// Sets s to "BankAccount[balance=5000]"
```

Redéfinition de la méthode `equals`

- `Equals` teste l’égalité de contenu



Redéfinition de la méthode `equals` /2



Redéfinition de la méthode `equals` /3

- Définir la méthode `equals` pour tester si deux objets sont égaux (au sens état)
- Lorsque l'on redéfinit la méthode `equals`, on ne peut pas changer la signature de la méthode (type du paramètre); utiliser le transtypage (*cast*) :

```
public class Coin
{
   . . .
   public boolean equals(Object otherObject)
   {
      Coin other = (Coin) otherObject;
      return name.equals(other.name) && value ==
         other.value;
   }
   . . .
}
```

Redéfinition de la méthode `equals` /4

- On doit également redéfinir la méthode `hashCode` pour que deux objets égaux (au sense de la méthode `equal`) retourne le même code de hachage

Questions

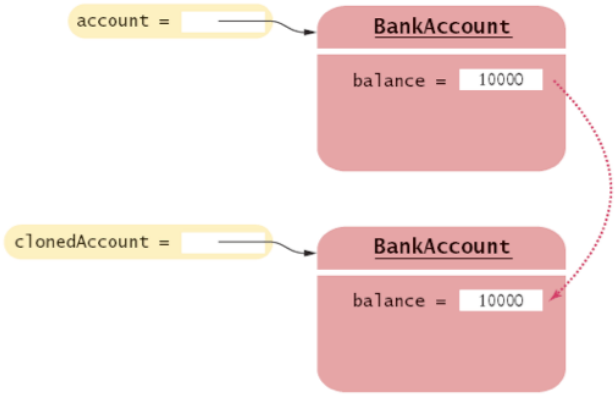
L'appel `x.equals(x)` doit-il toujours retourner `true`?

Réponse : Certainement, il devrait. Sauf si bien sûr `x` est `null`.

Redéfinition de la méthode clone

- Copier une référence, donne deux références vers le même objet
  BankAccount account2 = account;
- Parfois, on souhaite copier l'objet

Redéfinition de la méthode clone /2



Redéfinition de la méthode clone /3

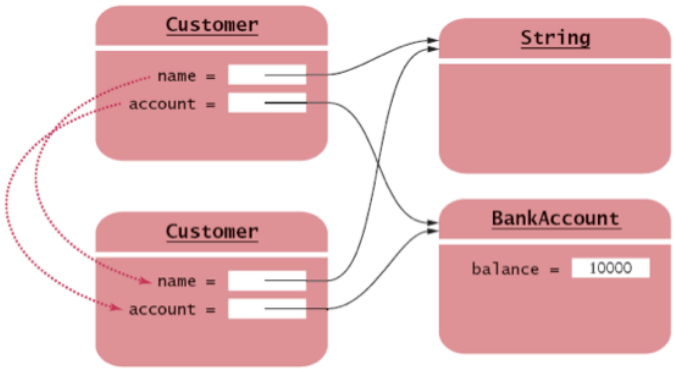
- Définir la méthode `clone` pour créer un nouvel objet
- Utilisation de la méthode `clone` :

```
BankAccount clonedAccount =
    (BankAccount)account.clone();
```

- Obligation de transtyper le résultat car le type de retour de la méthode `clone` est `Object`

La méthode `Object.clone`

- Ne réalise pas une copie en profondeur



La méthode `Object.clone` /2

- Ne clone pas systématiquement les objets sous-jacents
- Doit être utilisé avec attention
- Elle est déclarée comme `protected` pour prévenir les appels accidentels à `x.clone()` si la classe à laquelle `x` appartient ne rédéfinie pas `clone` pour être `public`
- Vous devez redéfinir la méthode `clone` avec prudence