Développement Logiciel
L2-S4

Rappels

anastasia.bezerianos@lri.fr

Les transparents qui suivent sont inspirés du cours de Rémi Forax (Univ. Marne la Vallée)

(transparents utilisés avec son autorisation)

Plan

- Rappels et approfondissement
  - Méthodologie: un objet = une responsabilité
  - Encapsulation (et visibilité)
  - les constructeurs
  - Les accesseurs (get/set)
  - Classe et objet, notion d'héritage
  - Méthodes et constructeurs
  - Redéfinition, surcharge
  - Interfaces, classes abstraites
  - Classe objet, transtypage

Rappels et approfondissement

POO - Objet

- Tous les langages de programmation fournissent des abstractions
- POO - outils pour représenter des éléments dans l'espace problème
- ... objets

POO - Objet (1)

1. **Toute chose est un objet.**

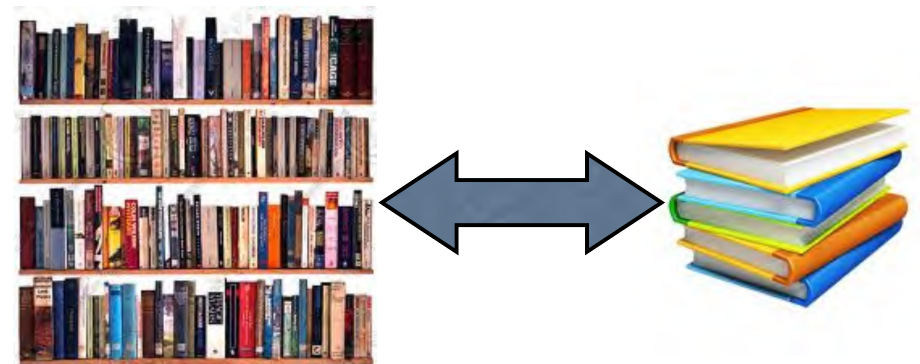
   Un objet est une variable amélioré : il stocke des donnes, on peut effectuer des requêtes sur cet objet, lui demander de faire des opérations sur lui-même.

   On peut prendre n'importe quel composant conceptuel du problème qu'on essaye de résoudre (un chien, un immeuble, un service administratif, etc...) et le représenter en tant qu'objet dans le programme.

POO - Objet (2)

2. **Un programme est un ensemble d'objets se disant les uns aux autres quoi faire en s'envoyant des messages.**

   Pour qu'un objet effectue une requête, on envoie un message à cet objet. Plus concrètement, on peut penser à un message comme à un appel de fonction appartenant à un objet particulier.



POO - Objet (3)

3. **Chaque objet a son propre espace de mémoire composé d'autres objets.**

   On crée un nouveau type d'objet en créant un paquetage contenant des objets déjà existants. Ainsi, la complexité d'un programme est cache par la simplicité des objets mis en oeuvre.

POO - Objet (4)

4. **Chaque objet est d'un type précis.**

   Dans le jargon de la POO, chaque objet est une instance d'une classe (type, patron) . La plus importante caractéristique distinctive d'une classe est : Quels messages peut-on lui envoyer ?

POO - Objet (5)

5. **Tous les objets d'un type particulier peuvent recevoir le même message.**

   Un objet de type “cercle” est aussi un objet de type “forme géométrique”, un cercle doit accepter les messages destins aux formes géométriques.

Classe et Objet

- Des objets semblables sont groupés ensemble dans une **classes d'objets**.
- Avec le mot clef **Class** on peut créer des types de donnes abstraits (des classes) (concept fondamental dans la POO).
- On utilise les types de donnes abstraits exactement de la même manière que les types de donnes prédéfinis.
  - On peut créer des variables d'un type particulier (objets/instances) et les manipuler (envoyer des messages/requêtes : on envoie un message et l'objet se débrouille pour le traiter).
  - Les membres (objets) d'une classe partagent des caractéristiques communes : chaque voiture dispose d'une couleur, une marque, etc...
  - Cependant, chaque objet a son propre état : chaque voiture a une voiture différente et une marque différente, etc.

Membres d'un objet

- Membres d'un objet :
  - des champs qui définissent ses données (caractéristiques)
  - des méthodes qui manipulent les données (traiter les messages)

```
class oneClass{
  void oneMethod (Point p){
    System.out.println(p.x);
    System.out.println(p.y);
    p.translate(2,3);
  }
}
```

```
class Point{
  int x;
  int y;
  void translate (int dx, int dy) {
    x += dx;
    y += dy;
  }
}
```

Accès aux Membres

- L'accès aux membres d'une classe (champs & méthodes) se fait par la notation "." sur une <u>référence à un objet.</u>

```
class oneClass{
  void oneMethod (Point p){
    System.out.println(p.x);
    System.out.println(p.y);
    p.translate(2,3);
  }
}
```

```
class Point{
  int x;
  int y;
  void translate (int dx, int dy) {
    x += dx;
    y += dy;
  }
}
```

Notation Objet

- Par rapport à une fonction classique, on privilégie un des paramètres qui devient l'objet sur lequel on appel la méthode.
  - C: `equals(o1,o2)`
  - java: `o1.equals(o2)`

```
class Matrix{
  boolean equals (Matrix m){
  ... }
}
```

```
class Main{
  public void todo{
    Matrix m1 = ...
    Matrix m2 = ...
    if ( m1.equals(m2) ) {...}
  }
}
```

this

- **this** (ou self, it) correspond à la référence de l'objet sur lequel la méthode courante a été appelée.

```
class Matrix{
  boolean equals (Matrix m){
    if (this == m)
      return true;
    ...
  }
}
```

```
class Main{
  public void todo{
    Matrix m1 = ...
    Matrix m2 = ...
    if ( m1.equals(m2) ) {...}
  }
}
```

- Ici, **this** aura la valeur de m1, et m la valeur de m2

Principes de la POO

- un objet, une responsabilité
- encapsulation
- immutabilité
- type et classe
- découplage interface / implantation
- abstraction et concept
- principe de localité et polymorphisme
- objet / pas objet

un objet, une responsabilité

- Si l'on veut réutiliser des objets il ne faut pas qu'il apporte trop de fonctionnalité.
- 2 objets => 2 responsabilités, etc.
- Utiliser la délégation entre objet (le fait qu'un objet en connaisse un autre) pour séparer les responsabilités.

un objet, une responsabilité

exemple (1)

- On veut une application qui gère les places de parking et calcule à tout instant combien le parking va rapporter si toutes les voitures sortent maintenant.
- Le prix à payer dépend uniquement du type de voiture.

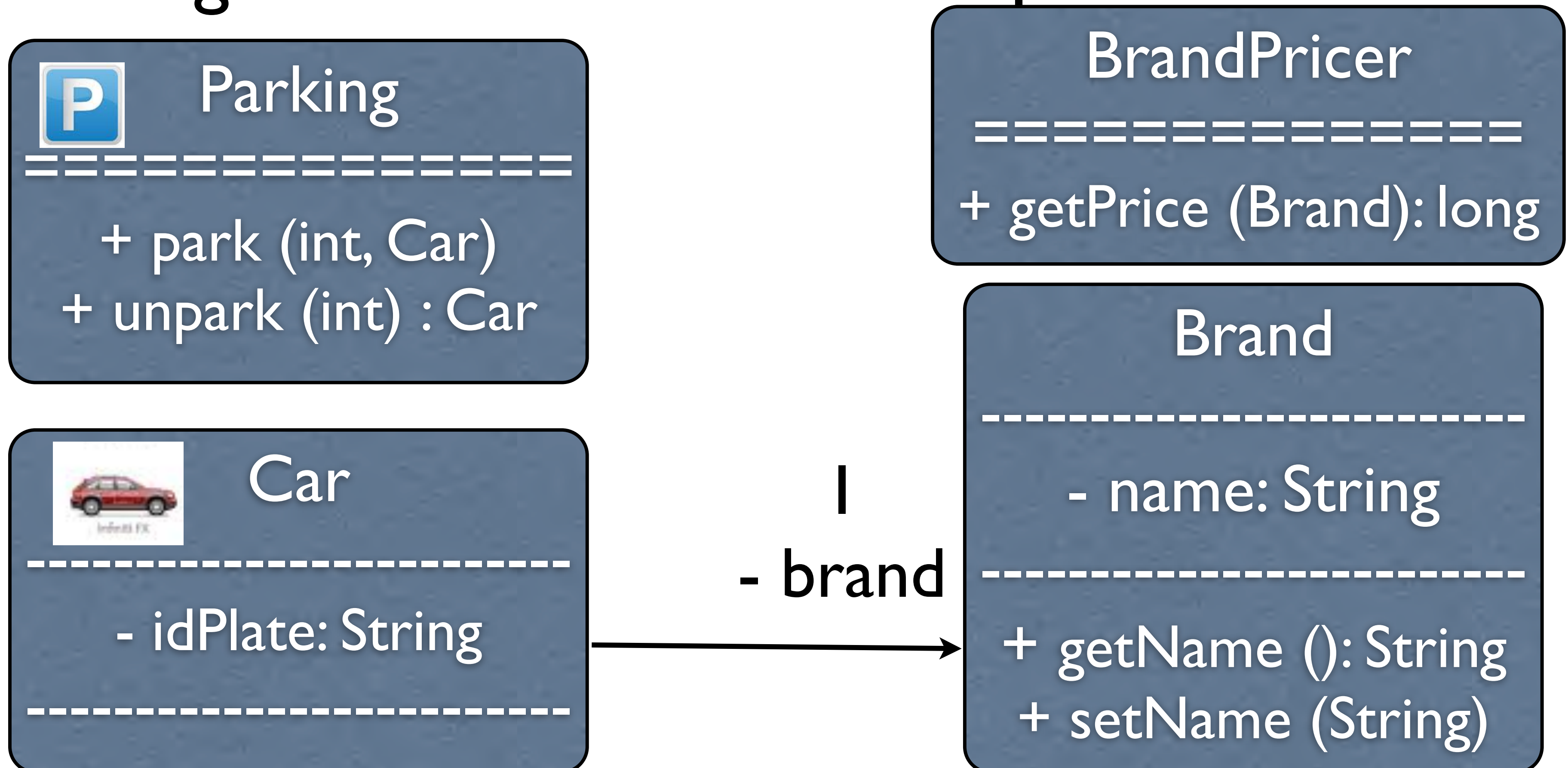
- responsabilités?

un objet, une responsabilité exemple (2)

- Ici, 4 responsabilités, 4 objets
  - Parking : stocker les voitures
  - Car : la voiture elle même
  - Brand : le modèle de voiture
  - BrandPricing : indique le prix en fonction d'un modèle.

un objet, une responsabilité exemple (3)

- Diagramme de classe correspondant



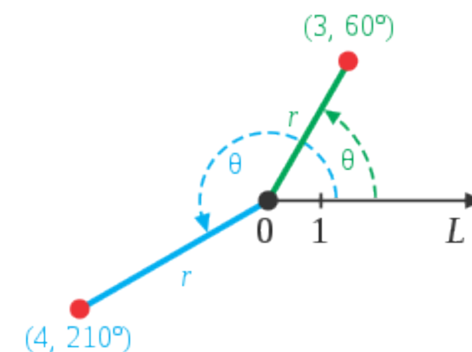
encasulation

- Un principe qui garantie qu'aucun champ d'un objet ne pourra être modifié pour corrompre l'état d'un objet sans une vérification préalable.

- L'état ne pourra être modifié (s'il est modifiable) que par les méthodes vérifiant les données rentrées.

encasulation

- Exemple d’un point en coordonnée polaire




```
class oneClass{
  void oneMethod (Point p){
    p.init(2.0,3.0);
    System.out.println(p.theta);

    p.rho = -1; // aie aie !!
  }
}
```

```
class Point{
  double rho;
  double theta;

  void init (double x, double y) {
    rho = Math.hypot(x,y);
    theta = Math.atan2(x,y);
  }
}
```

- La classe Point ne garantie pas l’encapsulation

visibilité des membres

- Certain langage comme Smalltalk ne permette pas l’accès au champs
- D’autre comme C++, Java demande à ce qu’on écrive des modificateurs de visibilité

- La visibilité permet d’assurer l’encapsulation en interdisant l'accès aux champs directement

Modificateur de visibilité

- Il existe 4 modificateurs de visibilité :
  - un membre **private**, n'est visible qu'à l'intérieur de la classe.
  - un membre **sans modificateur** est visible par toute les classes du même package.
  - un membre **protected** est visible par les classes héritées et celles du même package.
  - un membre **public** est visible par tout le monde.

- Il existe un ordre de visibilité

private < protected < public

visibilité et maintenance

- Quelques règles :
  - un champ n'est jamais **protected** ou public (sauf les constants)
  - la visibilité de paquetage est utilisée si une classe partage des détails d'implantation avec une autre (ex. des classes internes)
  - une méthode n'est **public** que si nécessaire
  - une méthode **protected** permet d'implanter un service commun pour les sous classes, si celui-ci ne peut être écrit hors de la classe avec une visibilité de paquetage.

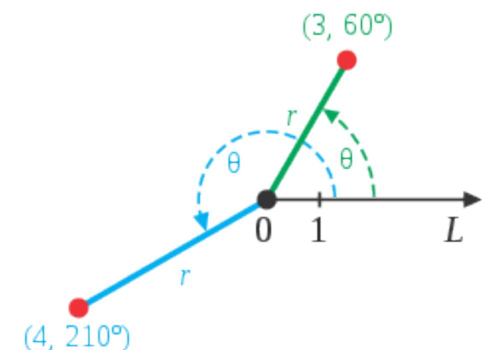
visibilité et maintenance

- Un champs est **toujours** privé !!

```
class Point{
  private double rho;
  private double theta;

  public void init (double x, double y) {
    rho = Math.hypot(x,y);
    theta = Math.atan2(x,y);
  }
}
```

```
class oneClass{
  void oneMethod (Point p){
    p.init(2.0,3.0);
    System.out.println(p.theta); // ne compile pas
    p.rho = -1; // ne compile pas
  }
}
```



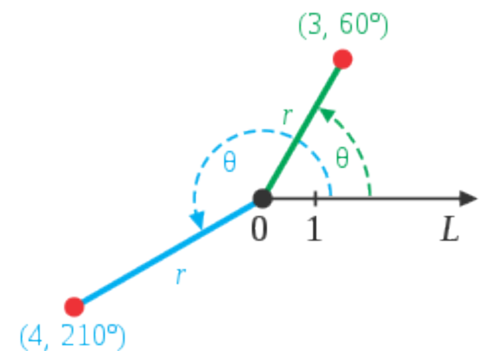
Mais il y a un problème

- Supposons que l'on souhaite que rho ne soit jamais égal à zéro
- On peut obtenir la valeur des champs avant l'initialisation

```
class Point{
  private double rho;
  private double theta;

  public String toString() {
    return rho + " " + theta;
  }
  public void init (double x, double y) {
    rho = Math.hypot(x,y);
    theta = Math.atan2(x,y);
  }
}
```

```
class oneClass{
  void oneMethod (Point p){
    System.out.println(p.toString());
                            // affiche 0,0 oups
    p.init (2.0,3.0);
  }
}
```



Constructeur

- On ne peut créer un objet sans appeler de constructeur
- Le constructeur est écrit pour garantir les invariants

```
class Point{
  private double rho;
  private double theta;

  public Point (double rho, double theta){
    if (rho <= 0) throw new IllegalArgumentException
                  ("illegal rho " + rho);
  }
  public String toString() {
    return rho + " " + theta;
  }
  ...
}
```

Constructeur (2)

- Un constructeur est une méthode particulière
- Pour garantir que les invariants d'un objet sont conservés, il faut pouvoir initialiser un objet avec des valeurs particulières
- Le constructeur va être appelé par **new** une fois et la mémoire sera réservé pour initialiser l'objet.

Constructeur (3)

- Un constructeur possède le même nom que la classe et pas de type de retour.

```
class Point{
  double x; // pas private !
  double y; // pas private !

  public Point (double x, double y){
    this.x = x;
    this.y = y;
    ...
  }
  ...
}
```

```
class anotherClass{
  public static void main (String[] args){
    Point p = new Point (2.0,3.0);
    System.out.println("%d %d\n", p.x, p.y);
    Point p2 = new Point ();
    // cannot find symbol constructor Point ()
  }
}
```

Constructeur par défaut

- Si aucun constructeur n'est définit, le compilateur rajoute un constructeur **public** sans paramètre

```
class Point{
  double x;
  double y;

  public static void main (String[] args){
    Point p = new Point (); // ok
  }
}
```

- Contrairement au C++, il n'est pas nécessaire de mettre obligatoirement un constructeur par défaut.

Appel inter-Constructeur

- Appel à un autre constructeur se fait avec la notation **this(...)**

```
public class Counter{
  public Counter (int initialValue) {
    this.counter = initialValue;
  }
  public Counter () {
    this(0);
  }
  public int increment(){
    return counter++;
  }

  private int counter;
}
```

```
class anotherClass{
  public static void main (String[] args){
    Counter c1 = new Counter();
    System.out.println(c1.incriment());
    Counter c2 = new Counter(12);
    System.out.println(c2.incriment());
  }
}
```

- **this(...)** doit être la première instruction

Champs final

- Il est possible de déclarer un champs constant (**final**)

```
public class Point{
  public Point (int x, int y){
    this.x = x;
    this.y = y;
  }
  public Point(){
  } // variables x,y may have not been initialized

  private final int x;
  private final int y;
}
```

- Le compilateur vérifie que la valeur est assignée une seule fois et par chaque constructeur

Différents types de méthodes

Classification des méthodes d'un objet

- Constructeur : initialise l'objet
- Accesseur
  - Getter (getX) : Export les données (souvent partiellement)
  - Setter (setX) : Import les données (en les vérifiants)
- Méthode métier (business method)
  - ... : Effectue des calculs en fonction des données

Accesseurs

```
public class Point{
  public Point (double x, double y){
    this.x = x;
    this.y = y;
  }
  public double getX(){
    return x;
  }
  public void setX (double x){
    this.x = x;
  }
  public double getY(){
    return y;
  }
  public void setX (double y){
    this.y = y;
  }

  private double x;
  private double y;
}
```

- Les accesseurs sont des méthodes permettant l'accès à des attributs/ champs

```
Point p = new Point (1.0,1.0);
System.out.println("%d %d\n",
                  p.getX(), p.getY() );
```

Intérêt des Accesseurs

```
public class Point{
  public Point (double x, double y){
    init(x,y);
  }
  private void init (double x, double y){
    rho = hypot (x,y);
    theta = atan2 (x,y);
  }
  public double getX(){
    return rho*cos(theta);
  }
  public void setX (double x){
    init(x,getY());
  }
  public double getY(){
    return rho*sin(theta);
  }
  public void setX (double y){
    init(getX(),y);
  }

  private double rho;
  private double theta;
}
```

- Cela permet de changer l'implantation sans changer le code d'appel.

```
Point p = new Point (1.0,1.0);
System.out.println("%d %d\n",
                   p.getX(), p.getY() );
```

Pas d’accesseur partout

- Mettre un accesseur veux dire écrire du code qu’il faudra maintenir, donc on écrit un accesseur que si nécessaire

- Mettre un set* (mutator) que si l’on est sur que l’objet va changer

- Limiter les objets avec des mutators (cf mutable/ inmutable)

Langage à base de Classe

- Une classe définit :
  - les données d'un objet (champs)
  - les fonctionnalités d'un objet (méthodes)
- La création d'un objet se fait par **instanciation** ("démoulage") d'une classe.
- Les champs de l'objet peuvent être initialisées par des valeurs.

Concession au monde objet

- En Java :
  - les types primitifs ne sont pas des objets
  - On peux déclarer un contexte sans objet (**static**)

```
public class Hello{

  static Clock clock = new Clock();

  public static void main (String args[]){
    clock.sayTime();
  }
}
```

Les Types en Java

- Java sépare les types primitifs des types Objets
  - Les types primitifs :

    Ex. boolean, int, double
  - Les types objet

    Ex. String, int[], Point

- Les types primitifs sont manipulés par leur valeur, les types objets par référence.

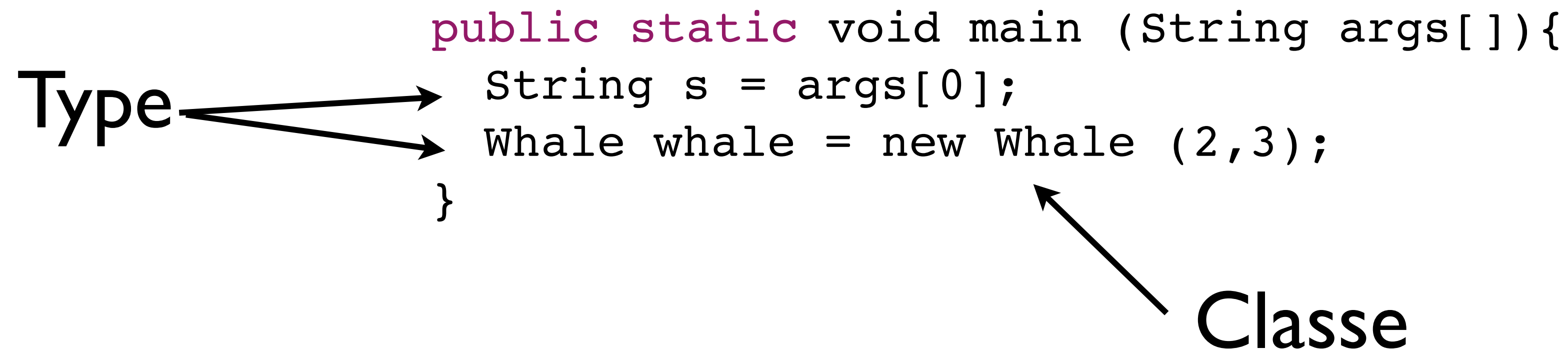
Les Types en Java

- Le type est une information pour le compilateur qui lui permet de savoir quelles sont les opérations que l'on peut effectuer sur une référence

- La classe est une description d'un objet regroupant:
  - le nombre et le type des champs
  - le code de chaque méthode

Types et classe

- Les variables (locales ou champs) ont un Type
- Les références ont une classe



Méthodes

- Les méthodes en Java peuvent être :
  - **strictfp** ou **synchronized**
  - à nombre constant ou variables d'arguments
  - surchargées

    (plusieurs méthodes avec le même nom)

- Il existe de plus un type de méthode particulier qui permet d'initialiser un objet, appelé constructeur.

Surcharge de méthodes

- Nommée aussi surdéfinition (*overloading*), consiste à fournir plusieurs définitions pour une méthode

```
public class PrintStream {
  public void println(String text){
    ...
  }
  public void println(double value){
    ...
  }
}
```

Le compilateur cherche la meilleure méthode en fonction du type des arguments

```
public static void main (String args[]){
  PrintStream out = System.out;
  out.println("toto");
  out.println(3.0);
  out.println(2);
}
```

Surcharge et Typage

- Le typage de retour n'est pas considéré lors d'un appel, il est donc impossible de différencier des méthodes uniquement en fonction de leur type de retour.

```
public class BadOverloading {
  public int f(){
    ...
  }
  public double f(){
    ...
  }
  // f() is already defined in BadOverloading
}
```

```
public static void main (String args[]){
  BadOverloading bo = new BadOverloading();
  bo.f();
}
```

Quand doit-on surcharger ?

- Règle empirique : on effectue une surcharge entre deux méthodes si celles-ci ont la même sémantique.

```
public class Math {
  public float sqrt (float value){
    ...
  }
  public double sqrt (double value){
    ...
  }
  // ok
}
```

```
public class List {
  public void remove (Object value) { ... }
  public void remove (int index) {...}
} // c'est Mal, pas la même sémantique
```

Varargs

- Il est possible de définir des méthodes à nombre variables d'arguments en utilisant la notation "..."
- Reçoit les arguments dans un tableau

```
public class PrintStream {
  public void printf (String text, Object... args){
    ...
  }

}
```

```
public static void main (String[] args) {
  PrintStream out = System.out;
  out.printf("%d\n",2);
}
```

Varargs (2)

- La notation ... doit être utilisée que par le dernier argument (comme en C)

```
public static int min(int... array) {
  if (array.length == 0)
    throw new IllegalArgumentException (“array is empty”);
  int min = Integer.MIN_VALUE;
  for (int i:array)
    if (i>min)
      min=i;

  return min;
}

public static void main (String[] args) {
  min(2,3); // tableau contenant deux valeurs
  min (2);  // tableau contenant une valeur
  min ();   // tableau vide
  min (new int[]{2}); // utilise le tableau passé
}
```

Varargs et null

- Il y a une ambiguité dans le cas d'un Objet ... si l'on passe **null**

```
public class PrintStream {
  public void printf (String text, Object... args){
    ...
  }
}
public static void main (String[] args) {
  PrintStream out = System.out;
  out.printf("", null); // non-varargs call of varargs method with
                        // inexact argument type for last parameter
}
```

- Le compilateur émet un warning et envoie **null** comme argument

```
  out.printf("", (Object[]) null); // enlève l'ambiguité
```

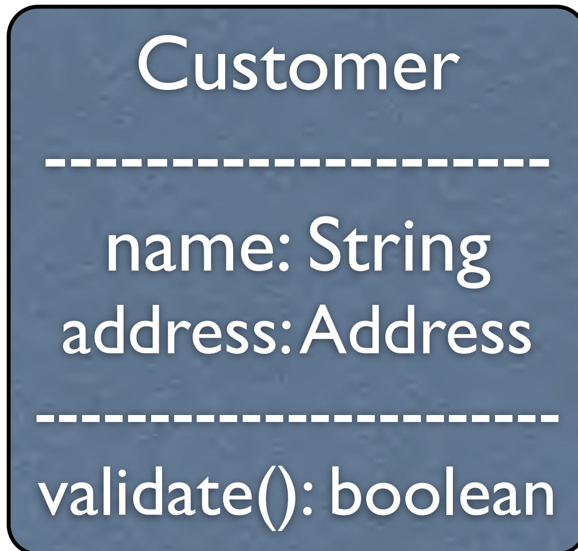
Varargs et compatibilité

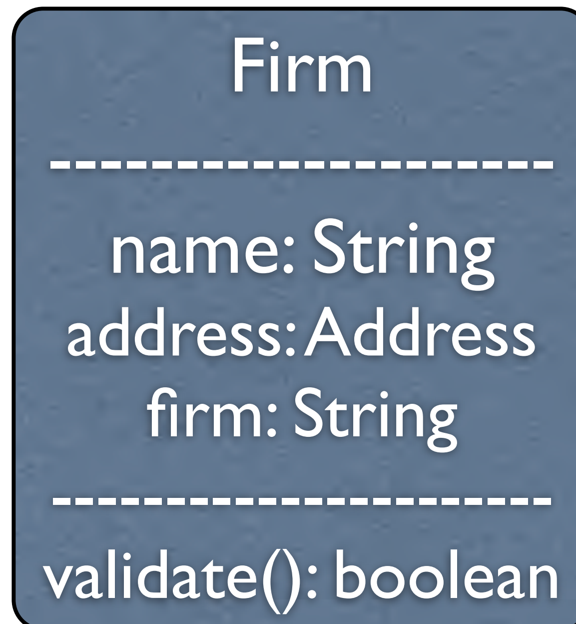
- Les varargs sont considérés comme des tableaux par la VM
- Il n’est donc pas possible d’effectuer une surcharge entre tableau et varargs:

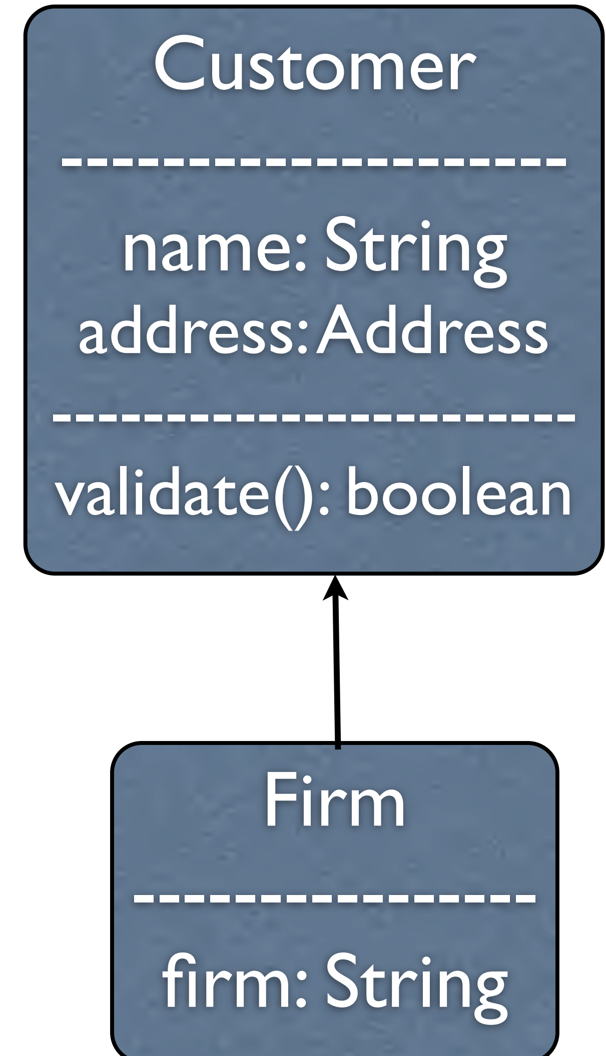
```
public class VarargsOverloading {
  private static int min(int... array){ }
  private static int min(double... array){ }
  private static int min(int[] array){
  } // min(int...) is already defined in VarargsOverloading
}
```

Héritage

- Exemple



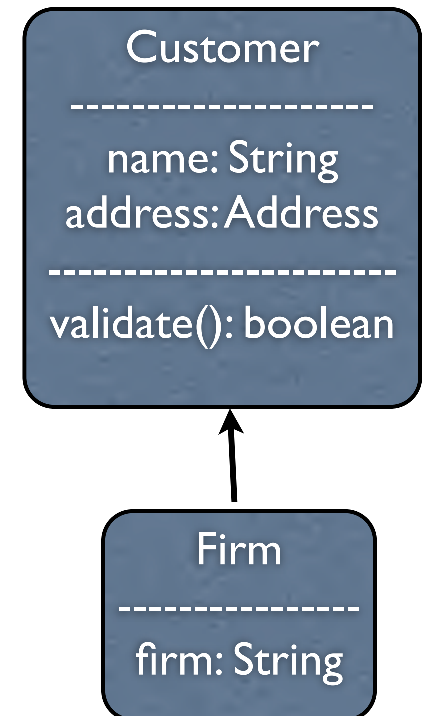




- Actuellement, l'héritage entre classes (concrètes) est relativement rare !!

Héritage

- L'héritage, c'est 3 choses:
  - Récupération des membres (structurelle)
    (**Firm** possède les champs de **Customer**)
  - Possibilité de redéfinir les méthodes
    (changer le code de **validate()**)
  - Sous-typage
    (**Firm** est un **Customer**)



L'héritage concrètement

- En Java, l'héritage se fait en utilisant **extends**

```
public class Firm extends Customer {
  final String firm;
}
```

```
public class Customer {
  public Customer (String name, Address address){
    this.name = name;
    this.address = address;
  }
  public boolean validate(){
    return name != null && address.validate();
  }

  final String name;
  final Address address;
}
```

Héritage et **Object**

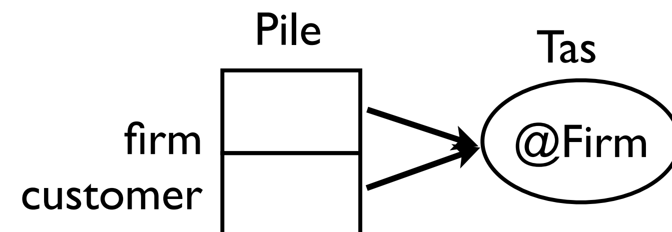
- En Java, toutes classes héritent de **java.lang.Object**, directement ou indirectement.
  - Directement: si l'on déclare une classe sans héritage, le compilateur rajoute **extends Object**
  - Indirectement: si l'on hérite d'une classe celle-ci hérite de **Object** (directement ou indirectement)

C’est quoi le sous-typage

- Le sous-typage, c’est le fait de pouvoir considérer une référence à une sous-classe comme étant une référence à une super-classe

- Concrètement

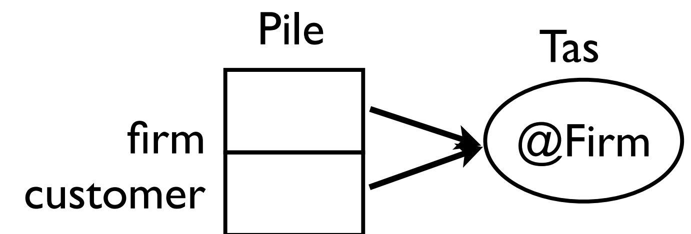
```
public static main (String[] args){
  Firm firm = new Firm();
  System.out.println(firm);
  Customer customer = firm; // sous-typage
  System.out.println(customer);
}
```



Héritage et sous-typage

- Si **Firm** hérite de **Customer** alors **Firm** est un sous-type de **Customer**

```
public static main (String[] args){
  Firm firm = new Firm();
  System.out.println(firm);
  Customer customer = firm; // sous-typage
  System.out.println(customer);
}
```



- Partout ou l'on attend un objet de type **Customer**, il est possible de donner un objet de type **Firm**

Sous-typage

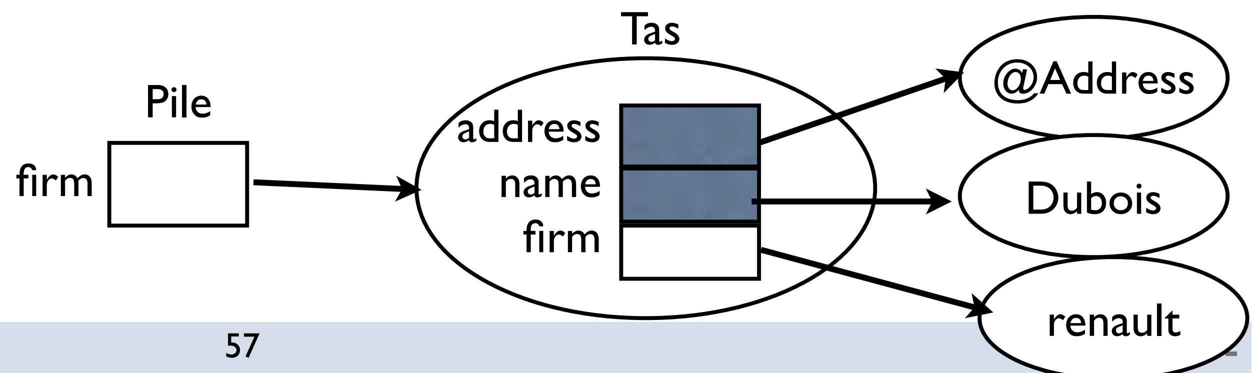
- En java, tous les types objets sont sous-types de **Object**
- La relation de sous-typages vient de :
  - L'**héritage,** si A hérite de B, alors A est un sous-type de B
  - L'**implementation d'interface**, si A implant B alors A est un sous-type de B
  - Plus de relations sur **les tableaux**
  - Les **wildcards** sur les **types paramétrés**

Héritage des membres

- Une classe hérite tous les membres de la super-classe

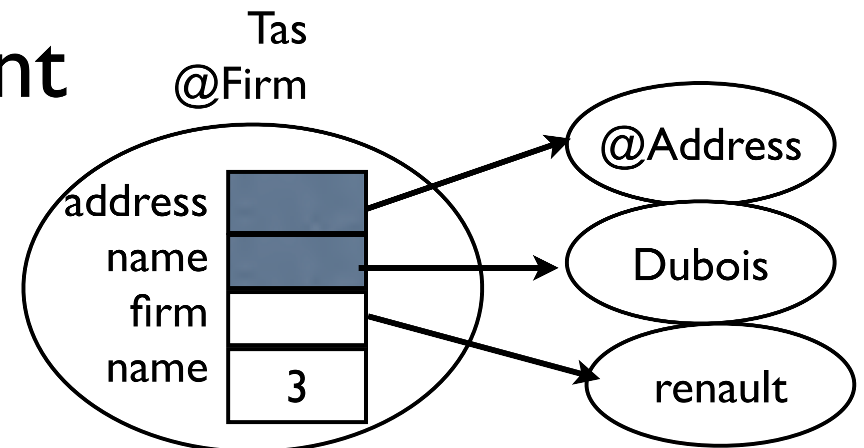
```
public class Firm extends Customer {
  final String firm;

  public static main(String[] args){
    Firm firm = new Firm();
    System.out.println(firm.firm
      + " " + firm.name + " " + firm.address)
  }
}
```



Héritage des champs

- Il est possible de nommer un champs de façon identique dans une sous-class
- Les deux champs cohabitent



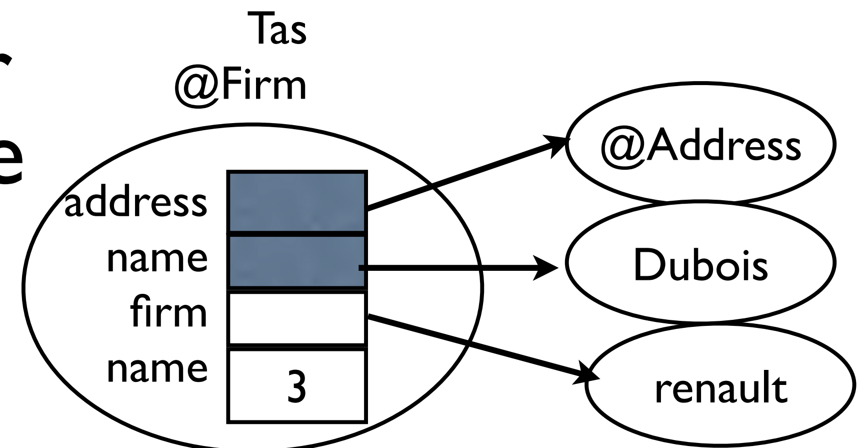

```
public class Firm extends Customer {
  final String firm;
  final int name;
  public int f () {
    return this.name;
  }
}
```

```
public class Customer {
  final Address address;
  final String name;
  public String g () {
    return this.name;
  }
}
```

Masquage de champs

- On dit que le champs *name* de **Firm** masque le champs name de **Customer**

- **super.** permet d'accéder au champs de la super classe

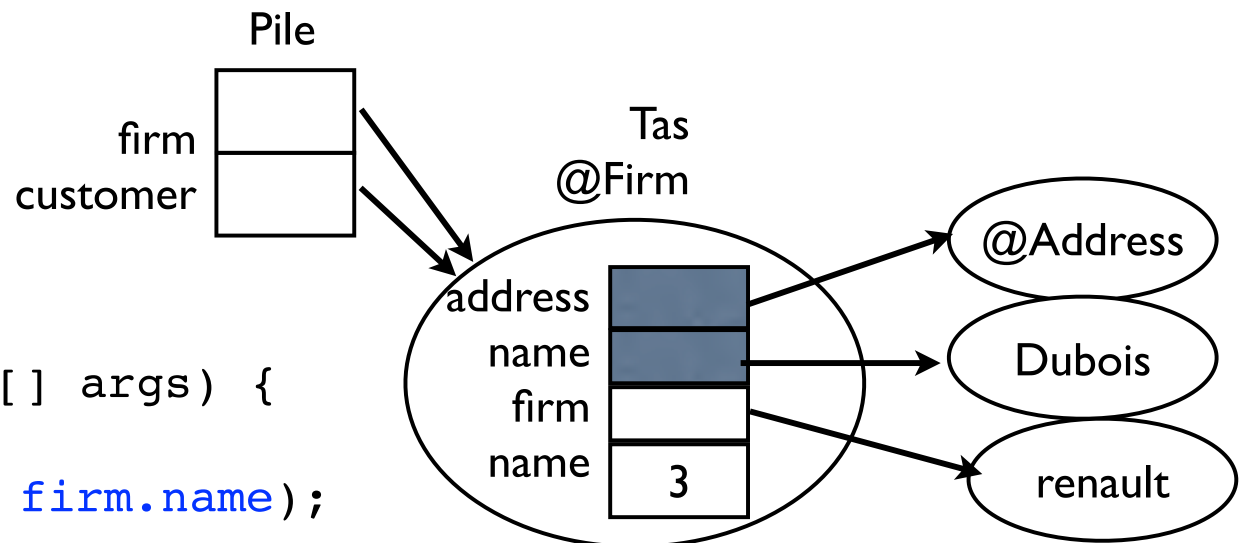



```java
public class Firm extends Customer {
  final String firm;
  final int name;
  public String f () {
    return super.name;
  }
}
```

```java
public class Customer {
  final Address address;
  final String name;
  public String g () {
    return this.name;
  }
}
```

Champs et Sous-typage

- On accède au champs en fonction de **type** de la référence




```
public static main(String[] args) {
  Firm firm = new Firm();
  System.out.printf("%d", firm.name);

  Customer customer = firm; // sous-typage
  System.out.printf("%s", customer.name);
}
```

Héritage et constructeur

- La première instruction d'un constructeur est un appel au constructeur de la super-classe

```
public class Firm extends Customer {
  final String firm;

  public Firm() { // implicite
    super();
  }
}  // cannot find symbol constructor Customer ()
```

- Le constructeur implicite fait appel au constructeur par défaut de la super-classe

Initialisation des champs

- L'appel au constructeur permet d'initialiser les champs hérités

- Notez que les champs sont **private**

```
public class Firm extends Customer {
  private final String firm;
  public Firm (String firm, String name, Address address) {
    super(name,address); //appel à Customer(String,Address)
    this.firm = firm;
  }
}
```

```
public class Customer {
  private final Address address;
  private final String name;
  public Customer (String name, Address address) {
    this.name = name;
    this.address = address;
  }
}
```

Constructeur vs Méthode

- La grosse différence entre un constructeur et une méthode, c'est que l'**on hérite pas des constructeurs**
- Le constructeur de la classe héritée a pour mission de:
  - demander l'initialisation de la classe mère au travers de son constructeur
  - d'initaliser ses propres champs

Héritage de méthode

- En tant que membre, une sous-classe hérite des méthodes de la super-classe

```
public class Firm extends Customer {
  private final String firm;
  public Firm (String firm, String name, Address address) {
    super(name,address);
    this.firm = firm;
  }

  public static main(String[] args){
    Address address = ...;
    Firm firm = new Firm (“renault”, “Dubois”, address);
    System.out.ptintln(firm.validate()); //true
    Firm firm = new Firm (null, “Dubois”, address);
    System.out.ptintln(firm.validate()); //true
  }
}
```

- **validate()** ne vérifie pas le champs **firm**

Redéfinition de méthode

- Il est possible de redéfinir le code de **validate()** dans **Firm**

```
public class Firm extends Customer {
  private final String firm;
  public Firm (String firm, String name, Address address) {
    super(name,address);
    this.firm = firm;
  }
  public boolean validate(){
    return firm!=null && name!=null && address.validate();
  } // ne marche pas
}
```

- Permet d'avoir le code adapté à la sémantique de la méthode

Assurer la redéfinition

- L'annotation **@Override** indique au compilateur de générer une erreur si une méthode ne redéfinit pas une autre

```
public class Firm extends Customer {
  private final String firm;
  public Firm (String firm, String name, Address address) {
    super(name,address);
    this.firm = firm;
  }
  public @Override boolean validate(){
    return firm!=null && name!=null && address.validate();
  }
}
```

Redéfinition vs Surcharge

- La surcharge correspond à avoir <u>des</u> méthodes de <u>même nom</u> mais de <u>profils différents</u> dans une même classe

- La redéfinition correspond à avoir <u>deux</u> méthodes de <u>même nom</u> et de <u>même profils</u> dans la classe mère et une classe hérité

Redéfinition ou Surcharge

- Exemple de surcharge et de redéfinition

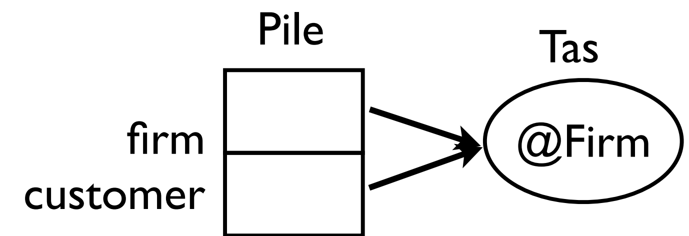
```
public class A {
  public void m (int a) {...}    // surcharge
  public void m (double a) {...} // surcharge
}

public class B extends A {
  public void m (long a) {...}   // surcharge
  public void m (double a) {...} // redéfinition, mais ????
}
```

- **m(double)** de **B** redéfinie **m(double)** de **A**, le reste est de la surcharge

Méthodes et Sous-typage

- On accède aux méthodes en fonction de **type réel** de la référence




```
public static main(String[] args) {
  Firm firm = new Firm(...);
  System.out.println(firm.validate());      // Firm::validate()
  Customer customer = firm; // sous-typage
  System.out.println(customer.validate());  // Firm::validate()
}
```

- Comme il y a redéfinition, la méthode **validate()** de **Customer** n'est pas accessible

Redéfinition et **super.**

- La notation super. permet d'avoir accès aux membres non **static** de la super-classe

```
public class Firm extends Customer {
  private final String firm;
  public Firm (String firm, String name, Address address) {
    super(name,address);
    this.firm = firm;
  }
  public boolean validate(){
    return firm!=null && super.validate();
  }
}
```

- **super.super.**validate() ne marche pas

Accès hors de la classe

- Il n’est pas possible d'accéder aux méthodes redéfinies hors de la sous-classe

- Il n’est pas possible d’accéder à la méthode validate de Customer

```
public static main(String[] args){
  Firm firm = new Firm (...);
  System.out.ptintln(firm.validate());
  Customer customer = firm; // sous-typage
  System.out.ptintln(customer.super.validate());
} // cannot find symbol class customer
```

- **super.** ne marche que dans la sous-classe

Méthode **finale**

- Si une méthode est déclarée **final**, celle-ci ne peut pas être redéfinie
  - Important en terme de sécurité
  - Peu, voir pas, d'impact en terme de performance

```
public class PasswordValidator{
  public final boolean checkPassword(char[] password){
    ...
  }
}
public class YesValidator extends PasswordValidator{
  @Override public boolean checkPassword(char[] password){
    return true;  // illigal
  }
}
```

Classe **finale**

- Si une classe est déclarée **final**, il est impossible de créer des sous-classes
  - Mêmes raisons que pour les méthodes

```
public final class PasswordValidator{
  public boolean checkPassword(char[] password){
    ...
  }
}
public class YesValidator extends PasswordValidator{// illigal
}
```

- Toutes les méthodes se comportent comme si elles étaient **final**

Héritage Multiple

- Problèmes de l'héritage multiple:
  - Si on hérite de deux méthodes ayant même signature dans deux super classes, quelle code choisir?
  - Performance en cas de sous-typage
- Solution:
  - Il n'y a **pas d'héritage multiple** en Java
  - Java définit des **interfaces** et permet à une classe d'implanter **plusieurs interfaces**

Interface

- Une interface définit un type sans code
- On utilise le mot-clé **interface**

```
public interface List{
  public Object get(int index);
  public void set(int index, Object element);
}
```

- Une interface déclare des méthodes sans indiquer le code (implantation) de celles-ci
  - On dit alors que les méthodes sont abstraites

Instantiation d'interface

- Il n'est pas possible d'instantier une interface car celle-ci ne définie pas le code de ses méthodes

```
public interface List{
  public Object get(int index);
  public void set(int index, Object element);
}

public class Main {
  public static void main(String[] args){
    List list =
      new List(); // illegal
  }
}
```

Implantation d'interface

- Implanter une interface consiste à déclarer une classe qui fournira le code pour l'ensemble des méthodes abstraites

```
public interface List{
  public Object get(int index);
  public void set(int index, Object element);
}

public class FixedSizeList implements List {
  public FixedSizeList (int capacity){
    array = new Object[capacity];
  }
  public Object get (int index){
    return array[index];
  }
  public void set (int index, Object element){
    array[index]=element;
  }
  private final Object[] array;
}
```

Implantation d'interface (2)

- Le compilateur vérifie que toutes les méthodes de l'interface sont implantées par la classe

```
public interface List{
  public Object get(int index);
  public void set(int index, Object element);
}

public class FixedSizeList implements List {
  // FixtSizeList is not abstract and does not override the
  // abstract method set(int,java.lang.Object)
  public FixedSizeList (int capacity){
    array = new Object[capacity];
  }
  public Object get (int index){
    return array[index];
  }
  private final Object[] array;
}
```

Interfaces et Sous-typage

- Le fait qu'une classe implante une interface implique que la classe est un sous-type de l'interface

```
public class AtWork{
  private void print (List list){
    for (int i=0; i<list.capacity();i++){
      System.out.println(list.get(i));
    }
  }
  public static void main (String[] args){
      List l=new FixedSizeList(5);
      ...
      print(l);
    }
}
```

Héritage d'interface

- Une interface peut hériter d'une ou plusieurs interfaces
- Les méthodes de cette interface correspondent à l'union des méthodes des interfaces héritées

```
public interface Channel{
  void close();
}
public interface ReadChannel extends Channel{
  int read(byte[] buffer);
}
public interface WriteChannel extends Channel{
  int write(byte[] buffer);
}
public interface RWChannel extends ReadChannel,WriteChannel{
}
```

Interface, méthodes et champs

- Les méthodes déclarées dans une interface sont obligatoirement:
  - abstraite (abstract)
  - publique (public)
- Les champs déclarées dans une interface sont obligatoirement:
  - constant (final)
  - publique (public)
  - statique (static)

Design: Interface ou héritage

- Hériter d'une classe :
  - La sous-classe est "une sorte" de classe de base
- Implanter une interface pour définir :
  - une fonctionnalité transversale
  - ou un ensemble de fonctionnalités où un objet implantant plusieurs est possible
- Appel à une méthode d'une interface plus lent !

Classe abstraite

- Il est possible de définir en Java des classes ayant des méthodes abstraites

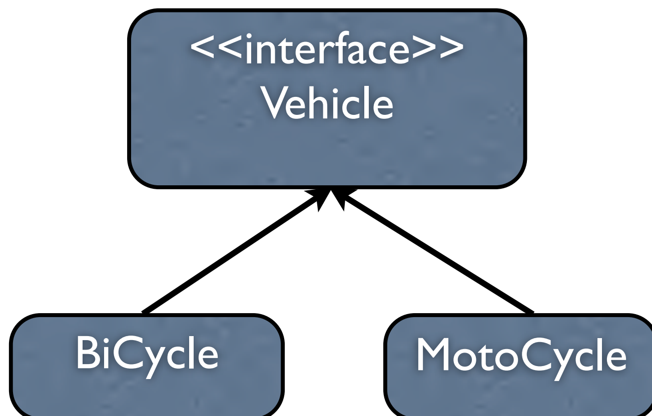
```
public interface List{
  public boolean isEmpty();
  public int size();
}

public abstract class AbstractList implements List {
  public boolean isEmpty() {
    return size() == 0;
  }
}
```

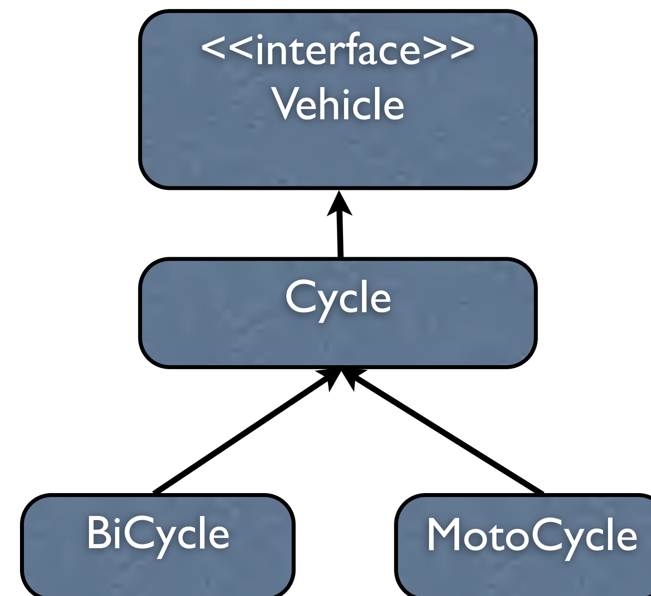
- Une classe abstraite est une classe partiellement implantée donc non instantiable

Raffinement de l'abstraction

- Une classe abstraite peut s'intercaler dans l'arbre d'héritage entre l'interface et les classes concrètes



Avant



Apres

Intérêt des classe abstraite

- Permet de partager du code commun à des sous-classes

```
public abstract class Cycle implements Vehicle {
  public void backflip() {
    blockBrake(front);
  }
  protected abstract void blockBrake(Wheel wheel);
  private Wheel front,back;
}
```

- Le code commun peut supposer la présence de certaine méthodes (donc abstraites)

La classe Object

- Toutes les classe héritent de **java.lang.Object** directement ou indirectement.

- Un objet en Java possède donc par héritage toutes les méthodes définies dans **Object**

```
public class ClassExample {
  public static void main (String[] args) {
    Truc truc=new Truc();
    Object o=truc;
  }
}
```

- Toute classe est un **sous-type** de **Object**

Classe et Objet

- La méthode **getClass()** sur un **Object** permet d'obtenir un objet de type **Class** représentant la classe de l'objet

```
public class ClassExample {
  public static void main (String[] args) {
    String s="toto";
    Object o="tutu";
    System.out.println(o.getClass());         // java.lang.String
    boolean test1= (s.getClass()==o.getClass());
    System.out.println(test1);                 // true mais ...
  }
}
```

- L'objet **Class** permet de rechercher les membres d'un objet par leur nom

Test dynamique de type

- Il est possible de tester si un objet est un sous-type d'un type particulier grâce à l'opérateur **instanceof**

```
public class ClassExample {
  public static void main (String[] args) {
    Object o;
    if (args.lenght!=0)
      o=args[0];
    else
      o=new Object();
    boolean test=o instanceof String;
    System.out.println(o);  // return true or false
  }
}
```

Le transtypage

- On appelle **transtypage** le fait de voir une référence sur un type comme une référence sur un sous-type

```
public class ClassExample {
  public static void main (String[] args) {
    Object o;
    if (args.lenght!=0)
      o="tutu";
    else
      o=new Object();
    String s=(String)o;
    // peut faire à l'exécution un ClassCastException
  }
}
```

- Attention cette opération peut lever une exception **ClassCastException**

Assurer le transtypage

- Il est possible d'assurer un transtypage sans lever d'exception en utilisant **instanceof**

```
public class ClassExample {
  public static void main (String[] args) {
    Object o;
    if (args.lenght!=0)
      o="tutu";
    else
      o=new Object();

    if (o instanceof String){
      String s=(String)o;
      ...
    }
  }
}
```

Note sur le transtypage

- Utilisation classique du transtypage:
Les containers génériques utilisent **Object**

```
public static main(String[] args) {
  ArrayList list=new ArrayList();
  list.add("toto");
  String s=(String)list.get();
}
```

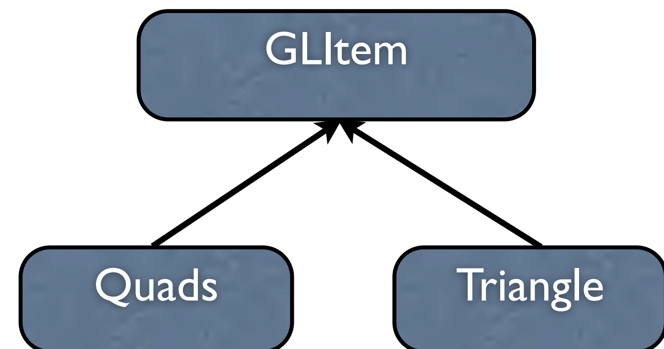
- Le transtypage n'est pas nécessaire en 1.5+

```
public static main(String[] args) {
  ArrayList<String> list=new ArrayList<String>();
  list.add("toto");
  String s=list.get();
}
```

Utiliser le polymorphisme

- Item définie une méthode abstraite *render*, Quads et Triangle l'implante

```
public static void renderLoop (GLItems[] items) {
  glBegin();
  for (GLItem item:items){
    item.render();
  }
  glEnd();
}
```



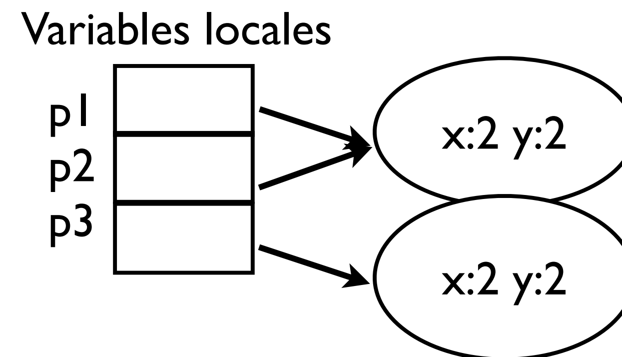
- Pour utiliser le polymorphisme, il faut avoir accès au code des classes

La classe **Object**

- Classe mère de toutes les classes.
- Possède des méthodes de base qu'il est possible de redéfinir:
  - toString()
  - equals() & hashCode()
  - getClass()
  - clone()
  - finalize()

Tests d'égalité

- Les opérateurs de comparaison == et != testent les valeurs des variables:
  - Pour les types primitifs, on test leur valeurs
  - Pour les types objets, on test les valeurs de leur références




```
Point p1;
p1=new Point(2,2);
Point p2;
p2=p1;
Point p3;
p3=new Point(2,2);
p1==p2; //true
p1==p3; //false
p2==p3; //false
```

La méthode equals()

- Il existe déjà une méthode equals(Object) dans Objet
- Mais son implantation test les références

```
Point p1=new Point(2,2);
Point p3=new Point(2,2);
p1==p3;         //false
p1.equals(p3); //false
```

- Pour comparer structurellement deux objets, il faut changer (on dit **redéfinir**) le code de la méthode equals()

Clonage

- Permet de dupliquer un objet
- Méchanisme pas super simple à comprendre:
  - clone() a une visibilité **protected**
  - clone() peut lever une exception **CloneNotSupportedException**
  - **Object.clone()** fait par défaut une copie de surface si l'objet implante l'interface **Cloneable**
  - L'interface **Cloneable** ne **définie pas** la méthode clone()

Clonage (2)

- Cloner un objet sans champs contenant un objet mutable

```
public class MyInteger implements Cloneable { // nécessaire
  public MyInteger(int value) { // pour Object.clone()
    this.value=value;
  }
  public @Override MyInteger clone(){
    // return new MyInteger(value); //Mal si héritage
    return (MyInteger)super.clone();//shallow copy, mais cast MyIntege
  }
  private final int value;
  public static void main(String[] args){
    MyInteger i=new MyInteger(3);
    MyInteger j=i.clone();
    System.out.prontln(i==j);         //false
    System.out.prontln(i.equals(j)); //false
  }
}
```

Clonage (3)

- Cloner un objet avec des champs contenant des objets mutables

```
public class MyHolder implements Cloneable { // nécessaire
  public MyHolder(Mutable mutable) { // pour Object.clone()
    this.mutable=mutable;
  }
  public @Override MyHolder clone(){
    MyHolder holder = (MyHolder)super.clone();//shallow copy
    holder.mutable = this.mutable.clone(); //clone le mutable
    return holder;
  }
  private final Mutable mutable;
  }
}
```

- On appel **clone()** sur l'objet mutable

void finalize()

- Méthode testamentaire qui est appelé juste avant que l'objet soit réclamé par le GC (*garbage collection*)

```
public class FinalizedObject {
  protected @Override void finalize(){
    System.out.println("ah, je meurs");
  }
  public static void main(String[] args){
    FinalizedObject o=new FinalizedObject();
    o=null;
    System.gc(); // affiche ah, je meurs
  }
}
```

- Cette méthode est **protected** et peut lever un **Throwable** (exception)