Réutilisation des classes
Délégation
Héritage

Classe : rappels

- Une classe représente une « famille » d'objets partageant les mêmes propriétés et méthodes.
- Une classe sert à définir propriétés des objets d'un type donné.
  - *Décrit l 'ensemble des données (attributs, caractéristiques,* ***variables d 'instance****) et des opérations sur données (****méthodes****)*
  - *Sert de « modèle » pour la création d'objets (****instances*** *de la classe)*

```
public class Point {
    int x;  // abscisse du point
    int y; // ordonnée du point

    public void translate(int dx, int dy){
      x = x + dx;
      y = y + dy;
    }

    // calcule la distance du point à l'origine
    public double distance() {
      return  Math.sqrt(x * x + y  * y);
    }
}
```

Variables d'instance

Méthodes

Réutilisation : introduction

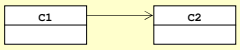
- Comment utiliser une classe comme brique de base pour concevoir d'autres classes ?
- Dans une conception objet on définit des associations (relations) entre pour exprimer la réutilisation entre classe.
- UML (Unified Modelling Language http://uml.free.fr) définie toute une typologie des associations possibles entre classes. Dans cette introduction nous nous focaliserons sur deux formes d'association
  - *Un objet peut faire appel à un autre objet : délégation*
  - *Un objet peut être créé à partir du « moule » d'un autre objet : héritage*

Délégation

Mise en œuvre
Exemple : la classe Cercle
Agrégation / Composition

Délégation

- Un objet o1 instance de la classe C1 utilise les services d'un objet o2 instance de la classe C2 (o1 délègue une partie de son activité à o2)
- La classe C1 utilise les services de la classe C2
  - *C1 est la classe cliente*
  - *C2 est la classe serveuse*



- La classe cliente (C1) possède une référence de type de la classe serveuse (C2)

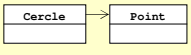
```
public class C1 {
  private C2 champ;
  ...
}
```

```
public class C2 {
  ...
}
```


Délégation : exemple

- Exemple la classe **`Cercle`**

- rayon : double
- centre : deux doubles (x et y) ou bien **`Point`**



- L'association entre les classes Cercle et PointCartesien exprime le fait qu'un cercle **possède** (a un) centre

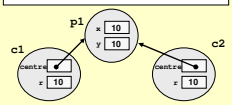
```
public class Cercle {

 /**
  * centre du cercle
  */
  private Point centre;

 /**
  * rayon du cercle
  */
  private double r;

  ...

  public void translation(double dx, double dy) {
    centre.translation(dx,dy);
  }
  ...
}
```

Délégation : exemple

```
public class Cercle {

 /**
  * centre du cercle
  */
  private Point centre;

 /**
  * rayon du cercle
  */
  private double r;

  public Cercle( Point centre, double r) {
     this.centre = centre;
     this.r = r;
  }
  ...
}
```

- Le point représentant le centre a une existence autonome (cycles de vie indépendants)
- il peut être partagé (à un même moment il peut être liée à plusieurs instances d'autres classes) .

```
Point  p1 = new Point(10,10);
Cercle c1 = new Cercle(p1,10)
Cercle c2 = new Cercle(p1,20);
...
```



- il peut être utilisé en dehors du cercle dont il est le centre (Attention aux effets de bord)

```
p1.rotation(90);
c2.translater(10,10);
```

⇒ **Affecte le cercle c1**

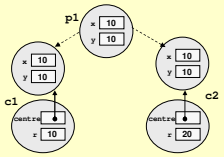
Après ces opérations son centre est (0,10)

Délégation : exemple

```
public class Cercle {

 /**
  * centre du cercle
  */
  private PointCartesien centre;

 /**
  * rayon du cercle
  */
  private double r;

  public Cercle(Point centre, double r) {
     this.centre = new Point(p);
     this.r = r;
  }
  ...
}
```

- Le Point représentant le centre n'est pas partagé (à un même moment, une instance de Point ne peut être liée qu'à un seul Cercle)

```
Point  p1 = new Point(10,10);
Cercle c1 = new Cercle(p1,10)
Cercle c2 = new Cercle(p1,20);
...
```

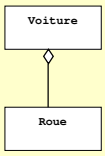


- les cycles de vies du Point et et du Cercle sont liés : si le cercle est détruit (ou copié), le centre l'est aussi.

Agrégation / Composition

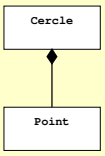
- Les deux exemples précédents traduisent deux nuances (sémantiques) de l'association **a-un** entre la classe Cercle et la classe Point
- UML distingue ces deux sémantiques en définissant deux type de relations :

Agrégation



L'élément agrégé (Roue) a une existence autonome en dehors de l'aggrégat (Voiture)

Composition



Agrégation forte

A un même moment, une instance de composant (Point) ne peut être liée qu'à un seul agrégat (Cercle), et le composant a un cycle de vie dépendant de l'agrégat.

Héritage

- Extension d'une classe
- Terminologie
- Généralisation/spécialisation
- Héritage en Java
- Redéfinition des méthodes
- Réutilisation
- Chaînage des constructeurs
- Visibilité des variables et des méthodes
- Classes et méthodes finales

Héritage

Exemple introductif

- **Le problème**
  - *une application a besoin de services dont une partie seulement est proposée par une classe déjà définie (classe dont on ne possède pas nécessairement le source)*
  - *ne pas réécrire le code*

Un Point
- **a une position**
- **peut être déplacé**
- **peut calculer sa distance à l 'origine**
- **...**

Application a besoin de manipuler des points (comme le permet la classe Point) mais en plus de les dessiner sur l'écran.

PointGraphique = Point
- **+ une couleur**
- **+ une opération d'affichage**

- **Solution en POO : l'héritage** (inheritence)
  - *définir une nouvelle classe à partir de la classe déjà existante*

Héritage

Syntaxe java

- **La classe `PointGraphique` hérite de la classe `Point`**

`PointGraphique.java`

```
import java.awt.Graphics;
import java.awt.Color;
public class PointGraphique extends Point {

  Color coul;

  // affiche le point matérialisé par
  // un rectangle de 3 pixels de coté
  public void dessine(Graphics g) {
     g.setColor(coul);
     g.fillRect(x - 1,y - 1,3,3);
  }
}
```

PointGraphique **hérite** de (**étend**) Point
elle possède les variables et méthodes définies dans la classe Point

PointGraphique définit un nouvel attribut

PointGraphique définit une nouvelle méthode

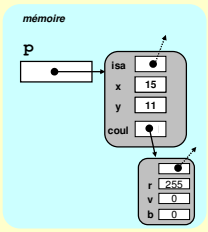
Attribut hérité de la classe Point

Héritage

Utilisation des instances d'une classe héritée

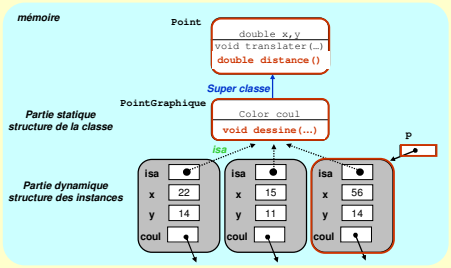
- *Un objet instance de `PointGraphique` possède les attributs définis dans `PointGraphique` ainsi que les attributs définis dans `Point` (un `PointGraphique` **est aussi un** `Point`)*
- *Un objet instance de `PointGraphique` répond aux messages définis par les méthodes décrites dans la classe `PointGraphique` **et aussi** à ceux définis par les méthodes de la classe `Point`*

```
PointGraphique p = new PointGraphique();

// utilisation des variables d'instance héritées
p.x = 15;
p.y = 11;

// utilisation d'une variable d'instance spécifique
p.coul = new Color(255,0,0);
// utilisation d'une méthode héritée
double dist = p.distance();

// utilisation d'une méthode spécifique
p.dessine(graphicContext);
```



Héritage

résolution des messages



Héritage

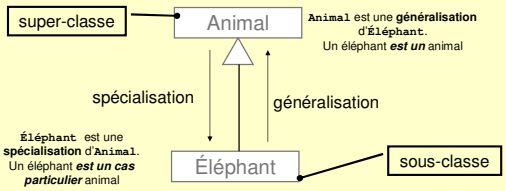
Terminologie

- **Héritage** permet de reprendre les caractéristiques d'une classe `M` existante pour les étendre et définir ainsi une nouvelle classe `F` qui hérite de `M`.
- Les objets de `F` possèdent toutes les caractéristiques de `M` avec en en plus celles définies dans `F`
  - *`Point` est la **classe mère** et `PointGraphique` **la classe fille**.*
  - *la classe `PointGraphique` **hérite** de la classe `Point`*
  - *la classe `PointGraphique` est **une sous-classe** de la classe `Point`*
  - *la classe `Point` est **la super-classe** de la classe `PointGraphique`*
- la relation d'héritage peut être vue comme une relation de "**généralisation/spécialisation**" entre une classe (la *super-classe*) et plusieurs classes plus spécialisées (ses *sous-classes*).

Héritage

Généralisation/Spécialisation

- La généralisation exprime une relation "**est-un**" entre une classe et sa super-classe (chaque instance de la classe est aussi décrite de façon plus générale par la super-classe).

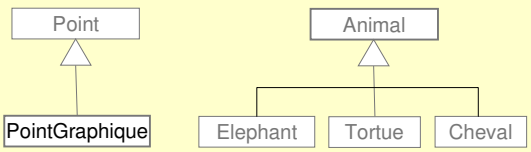


- La spécialisation exprime une relation de "**particularisation**" entre une classe et sa sous-classe (chaque instance de la sous-classe est décrite de manière plus spécifique)

Héritage

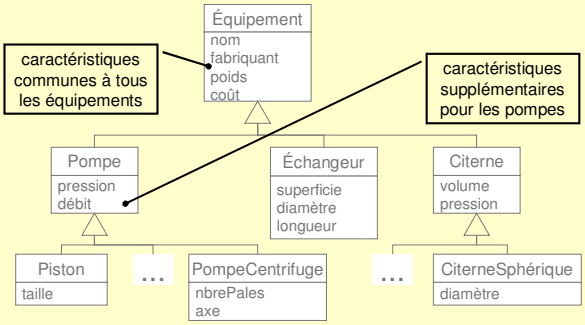
Généralisation/Spécialisation

- Utilisation de l'héritage :
  - *dans le sens "spécialisation" pour **réutiliser** par modification incrémentielle les descriptions existantes.*
  - *dans le sens "généralisation" pour **abstraire** en factorisant les propriétés communes aux sous-classes,*



Héritage

- pas de limitation dans le nombre de niveaux dans la hiérarchie d'héritage
- méthodes et variables sont héritées au travers de tous les niveaux



Héritage

Héritage à travers tous les niveaux

```
public class A {
  public void hello() {
    System.out.println(«Hello»);
  }
}

public class B extends A {
  public void bye() {
    System.out.println(«Bye Bye»);
  }
}

public class C extends B {
  public void oups() {
    System.out.println(«oups!»);
  }
}
```

- Pour résoudre un message, la hiérarchie des classes est parcourue de manière ascendante jusqu'à trouver la méthode correspondante.

```
C c = new C();
c.hello();
c.bye();
c.oups();
```


Héritage

Redéfinition des méthodes

- une sous-classe peut **ajouter** des variables et/ou des méthodes à celles qu'elle hérite de sa super-classe.
- une sous-classe peut **redéfinir** (override) les méthodes dont elle hérite et fournir ainsi des implémentations spécialisées pour celles-ci.
- **Redéfinition d'une méthode**
  - *lorsque la classe définit une méthode dont le nom, le type de retour et les arguments sont identiques à ceux d'une méthode dont elle hérite*
- Lorsqu'une méthode redéfinie par une classe est invoquée pour un objet de cette classe, c'est la nouvelle définition et non pas celle de la super-classe qui est invoquée.

Héritage

Redéfinition des méthodes

```
public class A {
  public void hello() {
    System.out.println(«Hello»);
  }
  public void affiche() {
    System.out.println(«Je suis un A»);
  }
}

public class B extends A {
  public void affiche() {
    System.out.println(«Je suis un B»);
  }
}
```

```
A a = new A();
B b = new B();

a.hello();    --> Hello
a.affiche();  -->Je suis un A

b.hello();    --> Hello
b.affiche();  -->Je suis un B
```


Héritage

Redéfinition des méthodes

- Ne pas confondre **redéfinition** (***overriding***) avec **surcharge** (***overloading***)

```
public class A {
  public void methodX(int i) {
    ...
  }
}
```

Surcharge

```
public class B extends A {
  public void methodX(Color i) {
    ...
  }
}
```

B possède deux méthodes `methodX` (`methodX(int)` et `methodX(Color)`)

Redéfinition

```
public class C extends A {
  public void methodX(int i) {
    ...
  }
}
```

C possède une seule méthode `methodX` (`methodX(int)`)

Héritage

Redéfinition avec réutilisation

- **Redéfinition** des méthodes (method **overriding**) :
  - *possibilité de réutiliser le code de la méthode héritée (`super`)*

```
public class Etudiant {
   String nom;
   String prénom;
   int age;
   ...
   public void affiche()
   {
     System.out.println("Nom : " + nom + " Prénom : " + prénom);
     System.out.println("Age : " + age);
     ...
   }
   ...
}
```

```
public class EtudiantSportif extends Etudiant {
   String sportPratiqué;
   ...
   public void affiche()
   {
     super.affiche();

     System.out.println("Sport pratiqué : "+sportPratiqué);
     ...
   }
}
```


Héritage

Particularités de l'héritage en Java

- **Héritage simple**
  - une classe ne peut hériter que d'une seule autre classe
    - dans certains autres langages (ex C++) possibilité d'héritage multiple
- **La hiérarchie d'héritage est un arbre dont la racine est la classe `Object` (`java.lang`)**
  - toute classe autre que `Object` possède une super-classe
  - toute classe hérite directement ou indirectement de la classe `Object`
  - par défaut une classe qui ne définit pas de clause `extends` hérite de la classe `Object`

```
public class Point extends Object {

   int x;  // abscisse du point
   int y;  // ordonnée du point

   ...
}
```

Heritage

La classe Object

- Principales méthodes de la classe **Object**
  - public final Class **getClass**()
    Renvoie la référence de l'objet Java représentant la classe de l'objet
  - public boolean **equals**(Object obj)
    Teste l'égalité de l'objet avec l'objet passé en paramètre
    `return (this == obj);` (on en reparlera lors du cours sur le polymorphisme)
  - protected Object **clone**()
    Crée un copie de l'objet
  - public int **hashCode**()
    Renvoie une clé de hashcode pour adressage dispersé
    (on en reparlera lors du cours sur les collections)
  - public String **toString**()
    Renvoie une chaîne représentant la valeur de l'objet
    `return getClass().getName() + "@" + Integer.toHexString(hashCode());`

Héritage

A propos de toString

Opérateur de concaténation

<Expression de type String> **+** *<reference>*

<=>

<Expression de type String> **+** *<reference>*`.toString()`

du fait que la méthode `toString` est définie dans la classe `Object` , on est sûr que quel que soit le type (la classe) de l'objet il saura répondre au message `toString()`

```
public String toString(){
  return getClass().getName() + "@" +
    Integer.toHexString(hashCode());
}
```

```
public class Object {
  ...
}
```

```
public class Point {
  private double x;
  private double y;
  ...
}
```

```
public String toString(){
  return "Point:[" + x +
         "," + y + "]";
}
```

La classe `Point` ne redéfinit pas toString

`Point@2a340e`

```
Point p = new Point(15,11);
System.out.println(p);
```

La classe `Point` redéfinit toString

`Point:[15.0,11.0]`

Constructeurs

Réutilisation des constructeurs

- Redéfinition des méthodes (method overriding) :
  - *possibilité de réutiliser le code de la méthode héritée (`super`)*
- De la même manière il est important de pouvoir réutiliser le code des constructeurs de la super classe dans la définition des constructeurs d'une nouvelle classe
  - *invocation d'un constructeur de la super classe :*

    `super(paramètres du constructeur)`
  - *utilisation de **`super(…)`** analogue à celle de **`this(…)`***

Héritage

Réutilisation des constructeurs

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

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

```
public class PointCouleur extends Point {

    Color c;

    public PointCouleur(double x, double y, Color c)
    {
        super(x,y);
        this.c = c;
    }
    ...
}
```

Appel du constructeur de la super-classe. Cet appel si il est présent doit **toujours** être la première instruction du corps du constructeur.

Héritage

Chaînage des constructeurs

- appel à un constructeur de la super classe doit **toujours** être la première instruction dans le corps du constructeur
  - *si la première instruction d'un constructeur n'est pas un appel explicite à l'un des constructeur de la superclasse, alors JAVA insère implicitement l'appel **`super()`***
  - *chaque fois qu'un objet est créé les constructeurs sont invoqués en remontant en séquence de classe en classe dans la hiérarchie jusqu'à la classe **`Object`***
  - *c'est le corps du constructeur de la classe Object qui est toujours exécuté en premier, suivi du corps des constructeurs des différentes classes en redescendant dans la hiérarchie.*
- garantit qu'un constructeur d'une classe est toujours appelé lorsqu'une instance de l'une de ses sous classes est créée
  - *un objet c instance de C sous classe de B elle même sous classe de A est un objet de classe C mais est aussi un objet de classe B et de classe A.*
    Lorsqu'il est créé c doit l'être avec les caractéristiques d 'un objet de A de B et de C

Héritage

Chaînage des constructeurs

```
public class Object {
    public Object()
    {
        ...
    }
    ...
}
```

```
public class Point extends Object {
    double x,y;

    public Point(double x, double y)
    {
        super(); // appel implicite
        this.x = x; this.y = y;
    }
    ...
}
```

```
public class PointCouleur extends Point {

    Color c;

    public PointCouleur(double x, double y, Color c)
    {
        super(x,y);
        this.c = c;
    }
    ...
}
```

Ordre des appels ③ ② Ordre d'exécution ①

`new PointCouleur(…);`

Héritage

Constructeur par défaut

- Lorsqu'une classe ne définit pas explicitement de constructeur, elle possède un constructeur par défaut :
  - *sans paramètres*
  - *de corps vide*
  - *inexistant si un autre constructeur existe*

```
public class Object {

    public Object()
    {
        ...
    }
    ...
}
```

```
public class A extends Object {

    // attributs
    String nom;

    // méthodes
    String getNom() {
      return nom;
    }
    ...
}
```

```
public A() {
   super();
}
```

Constructeur par défaut implicite

Garantit chaînage des constructeurs

Héritage

Constructeur par défaut

```
public class ClasseA {
    double x;
    // constructeur
    public ClasseA(double x)
    {
        this.x = x;
    }
}
```

Constructeur explicite masque constructeur par défaut

Pas de constructeur sans paramètres

```
public class ClasseB extends ClasseA {
    double y = 0;

    // pas de constructeur
}
```

```
public ClasseB() {
   super();
}
```

Constructeur par défaut implicite

```
C:>javac ClasseB.java
ClasseB.java:3: No constructor matching ClasseA() found in class ClasseA.
   public ClasseB() {
          ^
1 error

Compilation exited abnormally with code 1 at Sat Jan 29 09:34:24
```


Héritage

Redéfinition des attributs (Shadowed variables)

- Lorsqu'une sous classe définit une variable d'instance dont le nom est identique à l'une des variables dont elle hérite, **la nouvelle définition masque la définition héritée**
  - *l'accès à la variable héritée se fait au travers de* **super**

```
public class ClasseA {
    int x;
}
```

```
public class ClasseB extends Classe A {
    double x;
}
```

```
public class ClasseC extends Classe B {
    char x;

}
```

en général ce n'est pas une très bonne idée de masquer les variables

```
((ClasseA)this).x
super.super.x
super.x
x ou this.x
```

Dans le code de ClasseC

Héritage

Visibilité des variables et méthodes

- principe **d'encapsulation** : les données propres à un objet ne sont accessibles qu'au travers des méthodes de cet objet
  - *sécurité des données : elles ne sont accessibles qu'au travers de méthodes en lesquelles on peut avoir confiance*
  - *masquer l'implémentation : l'implémentation d'une classe peut être modifiée sans remettre en cause le code utilisant celle-ci*
- en JAVA possibilité de contrôler l'accessibilité (visibilité) des membres (variables et méthodes) d'une classe
  - **`public`** *accessible à toute autre classe*
  - **`private`** *n'est accessible qu'à l'intérieur de la classe où il est défini*
  - **`protected`** *est accessible dans la classe où il est défini, dans toutes ses sous-classes et dans toutes les classes du même package*
  - **`package`** *(visibilité par défaut) n'est accessible que dans les classes du même package que celui de la classe où il est défini*

Héritage

Visibilité des variables et méthodes

	`private`	- (package)	`protected`	`public`
La classe elle même	oui	oui	oui	oui
Classes du même package	non	oui	oui	oui
Sous-classes d'un autre package	non	non	oui	oui
Classes (non sous-classes) d'un autre package	non	non	non	oui

Héritage

Visibilité des variables et méthodes

Package monPackage

Définit le package auquel appartient la classe.
Si pas d'instruction package package par défaut :
{ classes définies dans le même répertoire }

Package tonPackage

```
package monPackage;
public class Classe2 {
    Classe1 o1;
    o1.b o1.d
}
```

```
package monPackage;
public class Classe1 {
    private int a;
    int b;
    protected int c;
    public int d;
}
```

```
package tonPackage;
public class Classe4 {
    Classe1 o1;
    o1.d
}
```

```
package monPackage;
public class Classe3
    extends Classe1 {
    c
    b  d
}
```

```
package tonPackage;
public class Classe5
    extends Classe1 {
    c
    d
}
```

Les mêmes règles de visibilité s'appliquent aux méthodes

Héritage

Visibilité des classes

- Deux niveaux de visibilité pour les classes :
  - ***public*** *: la classe peut être utilisée par n'importe quelle autre classe*
  - *- (**package**) : la classe ne peut être utilisée que par les classes appartenant au même package*

Package A

```
package A;
public class ClasseA {

   ClasseB b;

}
```

```
package A;
class ClasseB
    extends ClasseA {


}
```

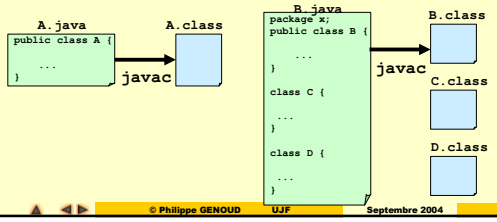
Package B

```
package B;
public class ClasseC {

   ClasseA a;
   ClasseB b;
}
```


Heritage

Visibilité des classes

- Jusqu'à présent on a toujours dit :
  - *une classe par fichier*
  - *le nom du fichier source : le nom de la classe avec extension* **`.java`**
- En fait la vraie règle est :
  - *une classe **publique** par fichier*
  - *le nom du fichier source : le nom de la classe publique*



Héritage

Méthodes finales

- Méthodes finales
  - `public` **`final`** `void méthodeX(….) { …. }`
  - *« verrouiller » la méthode pour interdire toute éventuelle redéfinition dans les sous-classes*
  - *efficacité*
    - *quand le compilateur rencontre un appel à une méthode finale il **peut** remplacer l'appel habituel de méthode (empiler les arguments sur la pile, saut vers le code de la méthode, retour au code appelant, dépilement des arguments, récupération de la valeur de retour) par une copie du code du corps de la méthode (inline call).*
    - *si le corps de la méthode est trop gros, le compilateur est censé ne pas faire cette optimisation qui serait contrebalancée par l 'augmentation importante de la taille du code.*
    - *Mieux vaut ne pas trop se reposer sur le compilateur :*
      - *utiliser final que lorsque le code n 'est pas trop gros ou lorsque l 'on veut explicitement éviter toute redéfinition*
  - *méthodes* **`private`** *sont implicitement* **`final`** *(elles ne peuvent être redéfinies)*

Héritage

Classes finales

- Une classe peut être définie comme finale
  - `public` **`final`** `class UneClasse { … }`
  - *interdit tout héritage pour cette classe qui ne pourra être sous-classée*
  - *toutes les méthodes à l'intérieur de la classe seront implicitiment finales (elles ne peuvent être redéfinies)*
  - *exemple : la classe* **`String`** *est finale*
- Attention à l'usage de **`final`**, prendre garde de ne pas privilégier une supposée efficacité au détriment des éventuelles possibilités de réutiliser la classe par héritage.