Université Mohammed V
FACULTE DES SCIENCES
RABAT / FSR
Département informatique

Programmation orientée objet en JAVA

Pr. REDA Oussama Mohammed

POO en Java

Héritage et **Polymorphisme**

Plusieurs formes

Poly ==Plusieurs

Morph==Forme

La classe **Object**

- Superclasse de toutes les classes Java
- Toute classe sans clause *extends* explicite est une sous-classe directe de la classe **Object**
- Les Méthodes de la classe **Object** incluent:
  - String toString()
  - boolean equals (Object other)
  - int hashCode()
  - Object clone()

La classe Object

La Méthode toString()

- Retourne une representation textuelle de O**bject**; décrit l'état de O**bject** (et donc de tout autre objet qui l'utilise correctement)
- Automaticament appelée quand:
  - **Object** est concatené avec une String
  - **Object** est imprimée utilisant print() ou println()
  - ...

Exemple

```
Rectangle r = new Rectangle (0,0,20,40);
System.out.println(r);
```

Affiche:

```
java.awt.Rectangle[x=0,y=0,width=20,height=40]
```

toString()

- La méthode toString() par défaut imprime juste (full) nom de la classe & le *hash code* de l'objet
- Pas toutes les classes de l'API redéfinissent toString()
- Bonne idée de l'implémenter pour besoins de *debugging*:
  - Devrait retourner une String contenant les valeurs des champs importants avec leurs noms
  - Devrait aussi retourner le résultat de *getClass().getName()* que le nom de la classe *hard-coded*

toString()

- Invoquée, par défaut, dans des contextes requierant une String à la place de la référence d'un objet.

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

Representation de Object sur System.out

- Qu'est ce qui se passe lorsqu'un objet est imprimé?
  - La méthode toString() de l'objet fournit la string à être imprimée. **`Rectangle@a122c09`**
  - Toutes les classes ont une méthode toString( ) par défaut, celle qui est définie par la classe Object (pas trés descriptive)

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

  - On peut fournir une version "taillée" de toString() dans n'importe quelle classe trés facilement

Overriding toString(): exemple

```
public class Personne
{
        public String toString()
        {
                return getClass().getName()
                + "[nom=" + nom
                + ",NoCIN=" + noCIN
                + "]";
        }
        ...
}
```

String typique produite: Personne[nom=Anas Ali,noCIN =AB309]

Overriding toString dans une sous-classe

- Formater la superclasse en premeir
- Ajouter les détails unique à la sous-classe
- Example:

```
public class Etudiant extends Personne
{
   public String toString()
   {
            return super.toString()
                     + "[CNE=" + cne+ "]";
   }
   ...
}
```

Exemple (suite)

- String Typique produite:

  Etudiant[nom=Omar Ahmed,noCIN=A313858][CNE=201398765]

- Noter que la superclasse rapporte le nom de la classe actuelle

Test d'égalité

- La méthode equals() teste si deux objets ont le même contenu
- Par contraste, l'operateur == teste 2 références pour voir s'ils font reférence au même objet (ou teste les valeurs primitives pour l'égalité)
- Nécessité de définir pour chaque classe ce que signifie “égalité” :
  - Comparer tous les champs
  - Comparer 1 ou 2 champs clés

Test d'égalité

- Object.equals teste pour l'identité:

```
public class Object
{
	public boolean equals(Object obj)
	{
		return this == obj;
	}
	...
}
```

- Override (redéfinir) equals si on ne veut pas hériter ce comportement

Overriding equals()
Redéfinition de equals()

- Bonne pratique de overrider, puisque beacoup de méthodes de l'API Java présument que les objets ont une notion bien définie de l'égalité
- Quand on redéfinit equals() dans une sous classe, on peut appeler la version de sa superclasse en utilisant super.equals()

Exigences pour la méthode equals()

- Doit être ***reflexive***: pour toute reférence x, x.equals(x) est true
- Doit être ***symmetric***: pour toute reférence x et y, x.equals(y) est true si et seulement si y.equals(x) est true
- Doit être ***transitive***: si x.equals(y) et y.equals(z), alors x.equals(z)
- Si x est non null, alors x.equals(null) doit être false

```
class Point {
    ...
    public String toString(){
        return "["+getX()+","+getY()+"]";
    }

    public boolean equals(Object o){
        if(o == this){
            return true;
        }
        else if(o == null){
            return false;
        }
        else if(o instanceof Point){
            Point p = (Point) o;
            return getX() == p.getX() && getY() == p.getY();
        }
        else{
            return false;
        }
    }
    ...
}
```

Ou encore

```
public boolean equals(Object otherObject)
{
        if (this == otherObject) return true;
        if (otherObject == null) return false;
        if (getClass() != otherObject.getClass()) return false;
        ...
}
```

Hashage

- Technique utilisée pour trouver rapidement les éléments dans une structure structure de données, sans faire une recherche linéaire compléte
- Concepts importants :
  - Hash code: valeur entiére utilisée pour trouver indice d'un tableau pour la lecture/écriture de données
  - Hash table: tableau d'éléments arrangés suivant le *hash code*
  - Hash function: calcule le *hash code* pour un élément; utilise un algorithme qui produit probablement différents *hash codes* pour différents objets afin de minimiser les collisions

Hashage en Java

- La librarie Java contient les classes HashSet et HashMap
  - Utilise les *hash tables* pour le stockage de données
  - Puisque Object a une méthode hashCode (fonction de hashage), n'importe quel type d'objet peut être stocké dans une *hash table*

hashCode() par défaut

- Hashe l'addresse mémoire d'un objet; consistente avec la méthode equals() par défaut
- Si on redéfinit equals(), on devrait aussi redéfinir hashCode()
- Pour les classes qu'on définit, utiliser le produit de hashage de chaque champ et un nombre premier, puis additionner tous ensemble – donne le hash code en résultat

Exemple

```
public class Employee
{
        public int hashCode()
        {
                return 11 * name.hashCode()
                + 13 * new Double(salary).hashCode();
        }
        ...
}
```

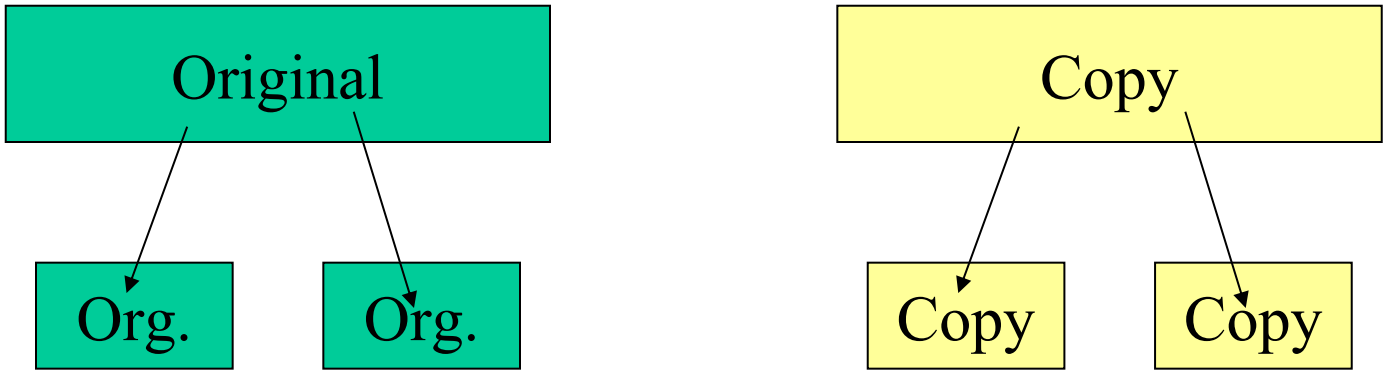
Peut être générée automatiquement...

Copie des objets

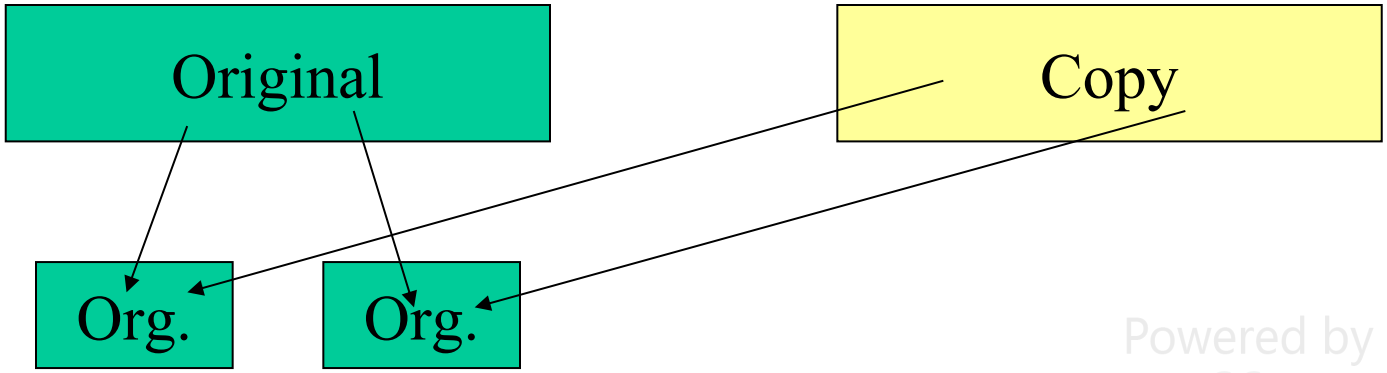
- Shallow copy (superficielle)
  - Copie de la référence d'un objet est une autre référence au même objet
  - Realisée avec l'opérateur d'affectation
- Deep copy (profonde)
  - Nouvel objet réelllement créée, identique à l'original
  - A.K.A clonage
  - Constructeur de recopie ou clone()

Copie d'objet

Deep copy



Shallow copy



Polymorphisme

Les Classes Shape

- Soit la classe Shape
  - supposons tous les shapes ont des coordonées x et y
  - redéfinissons la version **`toString`** de la classe Object

- Deux sous-classes de la classe Shape
  - Rectangle définit une nouvelle méthode changeWidth
  - Circle

Une Classe *Shape*

```
public class Shape
{  private double dMyX, dMyY;

   public Shape() {  this(0,0);}

   public Shape (double x, double y)
   {  dMyX = x;
      dMyY = y;
   }

   public String toString()
   { return "x: " + dMyX + " y: " + dMyY;
   }

   public double getArea() {
       return 0;
   }
}
```

Une Classe *Rectangle*

```
public class Rect extends Shape
{  private double dMyWidth, dMyHeight;

   public Rect(double width, double height)
   {  dMyWidth = width;
      dMyHeight = height;
   }
   public String toString()
   {  return
       " width " + dMyWidth
       + " height " + dMyHeight;
   }
   public double getArea() {
       return dMyWidth * dMyHeight;
   }
   public void changeWidth(double width){
        dMyWidth = width;
   }
}
```

Une Classe *Circle*

```
class Circle extends Shape {
   private double radius;
   private static final double PI = 3.14159;

   public Circle(double rad){
      radius = rad;
   }

   public double getArea() {
      return PI * radius * radius;
   }

   public String toString() {
      return " radius " + radius;
   }
}
```

Polymorphisme

- Si la classe *Rect* est derivée de la classe *Shape*, une operation qui peut être exécutée sur un objet de la classe *Shape* peut aussi être exécutée sur un objet de la classe *Rect*

- Quand une requête d'utiliser une méthode est effectuée à travers une reférence de la superclasse, Java choisit la méthode redéfinie correcte "polymorphiquement" dans la sous-classe appropriée associée à l'objet

- Polymorphisme signifie “différentes formes”

Reférences aux objets

```
Rect r = new Rect(10, 20);
Shape s = r;
System.out.println("Area is " + s.getArea());
```

- Etant donné que la classe Rect est une sous-classe de la classe Shape, et elle redéfinit la méthode *getArea()*.
- Cela va t-il fonctionner?

Références aux objets

```
Rect r = new Rect(10, 20);
Shape s = r;
System.out.println("Area is " + s.getArea());
```

- Le code fonctionne si **Rect extends Shape**
- Une référence à un objet peut faire référence à un objet de son type de base ou un descendant dans la chaîne d'héritage
  - La relation *est-un* est vérifiée. Un Rect *est-un* shape alors **s** peut faire référence à Rect
- C'est une forme de *polymorphisme* et est utilisée extensivement dans le JCF "Java *Collection* Framework"
  - Vector, ArrayList, LinkedList sont des listes d'objets

Polymorphisme

```
Circle c = new Circle(5);
Rect r = new Rect(5, 3);
Shape s = null;
if( Math.random(100) % 2 == 0 )
     s = c;
else
     s = r;
System.out.println( "Shape is "
     + s.toString() );
```

- Supposons maintenant que Circle et Rect sont toutes les deux des sous-classes de Shape, et toutes les deux ont redéfinis *toString()*, quelle version sera appelée?

Polymorphisme

```
Circle c = new Circle(5);
Rect r = new Rect(5, 3);
Shape s = null;
if( Math.random(100) % 2 == 0 )
     s = c;
else
     s = r;
System.out.println( "Shape is "
     + s.toString() );
```

- Circle et Rect ont **redéfinis** toString quelle version sera appelée?
  - Le code fonctionne parce que **s** est **polymorphique**
  - L'appel de méthode determiné à l'exécution par le ***dynamic binding (liaison dynamique)***

Compatibilité de Type

```
Rect r = new Rect(5, 10);
Shape s = r;
s.changeWidth(20);
```

- Etant donné la classe Rect qui est une sous-classe de la classe Shape, et qui a une nouvelle méthode *changeWidth(double width)*, que sa superclasse n'a pas.
- Cela va t-il fonctionner?

Compatibilité de Type

```
Rect r = new Rect(5, 10);
Shape s = r;
s.changeWidth(20); // erreur de syntaxe
```

- Le polymorphisme permet à **s** de faire reférence à un objet Rect, mais il y a des limitations
- Le code en haut ne fonctionne pas
- Comment le modifier un peu pour le faire fonctionner sans changer les définitions des classes ?

Compatibilité de Type

```
Rect r = new Rect(5, 10);
Shape s = r;
s.changeWidth(20); // erreur de syntaxe
```

- Le polymorphisme permet à **s** de faire reférence à un objet Rect, mais il y a des limitations
- Le code en haut ne fonctionne pas
- Statiquement **s** est declarée pour être un shape
  - pas de méthode changeWidth dans la classe Shape
  - doit faire un ***cast*** de s à un *rectangle*;

```
Rect r = new Rect(5, 10);
Shape s = r;
((Rect)s).changeWidth(20); //Okay
```

Problémes avec le Casting

```
Rect r = new Rect(5, 10);
Circle c = new Circle(5);
Shape s = c;
((Rect)s).changeWidth(4);
```

- Est ce que cela fonctionne?

Problémes avec le Casting

- Le code suivant compile mais une exception est lancée à l'exécution

```
Rect r = new Rect(5, 10);
Circle c = new Circle(5);
Shape s = c;
((Rect)s).changeWidth(4);
```

- Le Casting doit être fait soignesement et correctement
- Si l'on est pas sûr de quel type l'objet sera alors utilise l'operateur **`instanceof`**

L'opérateur instanceof

```
Rect r = new Rect(5, 10);
Circle c = new Circle(5);
Shape s = c;
if(s instanceof Rect)
    ((Rect)s).changeWidth(4);
```

- syntaxe: **expression instanceof NomClasse**

Casting

- Il est toujours possible de convertir une sous-classe à une superclasse. pour cette raison, le casting explicite peut être omit. Par exemple,
  - `Circle c1 = new Circle(5);`
  - `Shape s = c1;`

est equivalent à

  - `Shape s = (Shape)c1;`

- Le casting explicite doit être utilisé quand on fait le casting d'un objet d'une superclasse à une sous-classe. Ce type de casting peut ne pas aboutir.
  - `Circle c2 = (Circle) s;`

```
class Point {
    ...
    public String toString(){
        return "["+getX()+","+getY()+"]";
    }

    public boolean equals(Object o){
        if(o == this){
            return true;
        }
        else if(o == null){
            return false;
        }
        else if(o instanceof Point){
            Point p = (Point) o;
            return getX() == p.getX() && getY() == p.getY();
        }
        else{
            return false;
        }
    }
    ...
}
```

Polymorphisme et collections

Liskov's Substitution Principle

If for each object O1 of type S there is an object O2 of type T such that for all programs P defined in terms of T, the behavior of P is unchanged when O1 is substituted for O2 then S is a subtype of T.

- Barbara Liskov, "Data Abstraction and Hierarchy", SIGPLAN Notices, 23, 5 (May, 1988)

Polymorphisme : Principe général

Le terme de *polymorphisme* décrit la caractéristique d'un élément qui peut prendre plusieurs formes, comme l'eau qui se trouve à l'état solide, liquide ou gazeux.

Principe de substitution définit par Liskov :

Il doit être possible de substituer n'importe quel objet instance d'une sous-classe à n'importe quel objet instance d'une superclasse sans que la sémantique du programme écrit dans les termes de la superclasse ne soit affectée.

une sous-classe ne peut pas diminuer l'accessibilité

- *Une sous-classe ne peut pas diminuer l'accessibilité d'une méthode définie dans la superclasse.*

```
public class Base {
      public void method() {…}
}
public class Sub extends Base {
      private void method() {…}
}
```

Si ci-dessus est admis, alors…*conflit* (compile correctement, mais erreur d'exécution, *private* ne peut pas être accessible)

```
Base base=new Sub();
base.method();
```

Hiérarchies de classes

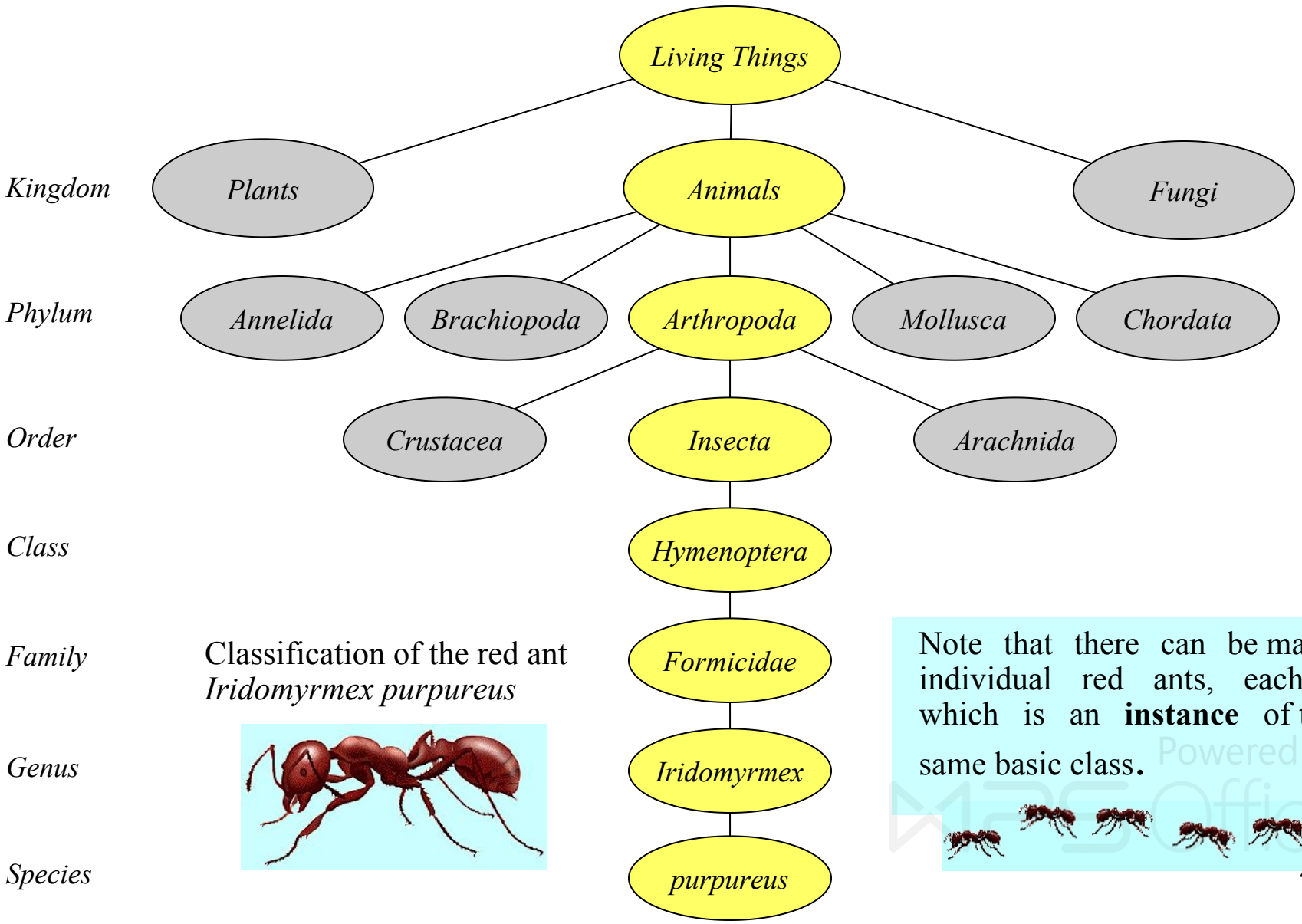
- Les classes en Java forment des **hierarchies**. Except é la classe `Object` qui se trouve au sommet de la hierarchie, toute classe en Java est une **sous-classe** d'une autre classe. Une classe peut avoir plusieurs sous-classes, mais chaque classe a seleument une superclasse.
- Une classe représente une spécialisation de sa superclasse. Si vous créez un objet qui est une instance d'une classe, cet objet est aussi une instance de toutes les autres classes au-dessus de lui dans la hiérarchie (dans chaîne des superclasses).
- Lorsqu'on d é finit une nouvelle classe en Java, cette classe **hérite** automatiquement le comportement de sa superclasse.

Modèles Biologiques de la Structure de Classe

The structure of Java ' s class hierarchy resembles the biological classification scheme introduced by Scandinavian botanist Carl Linnaeus in the 18th century. Linnaeus ' s contribution was to recognize that organisms fit into a hierarchical classification scheme in which the placement of individual species reflects anatomical similarities.

Carl Linnaeus (1707–1778)

Hiérarchies de classes

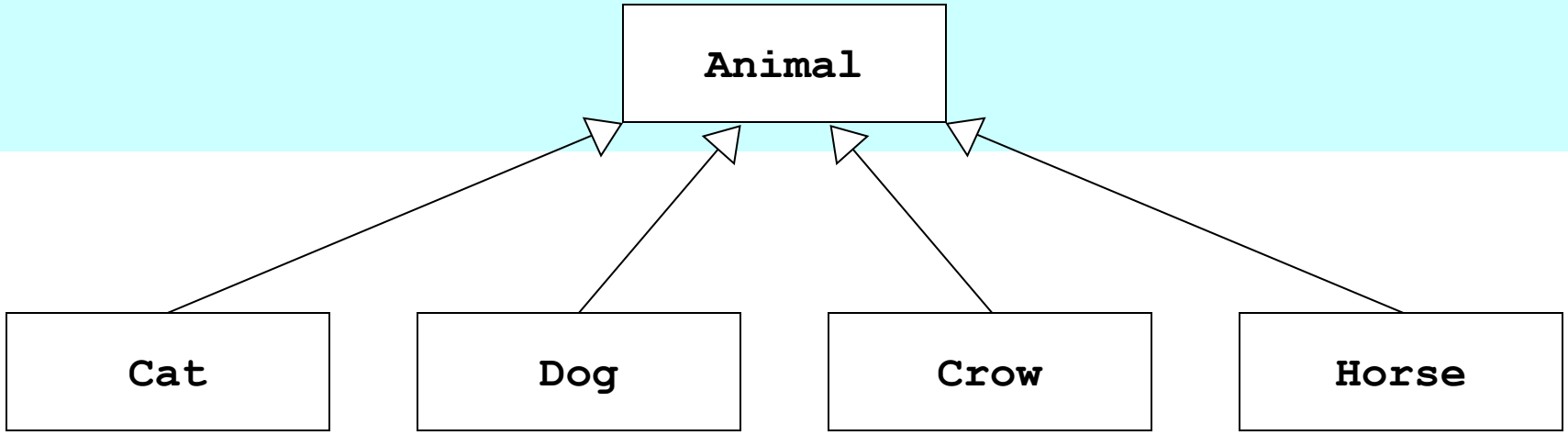


Classification of the red ant *Iridomyrmex purpureus*

Note that there can be many individual red ants, each of which is an **instance** of the same basic class.

La Hiérarchie **Animal**

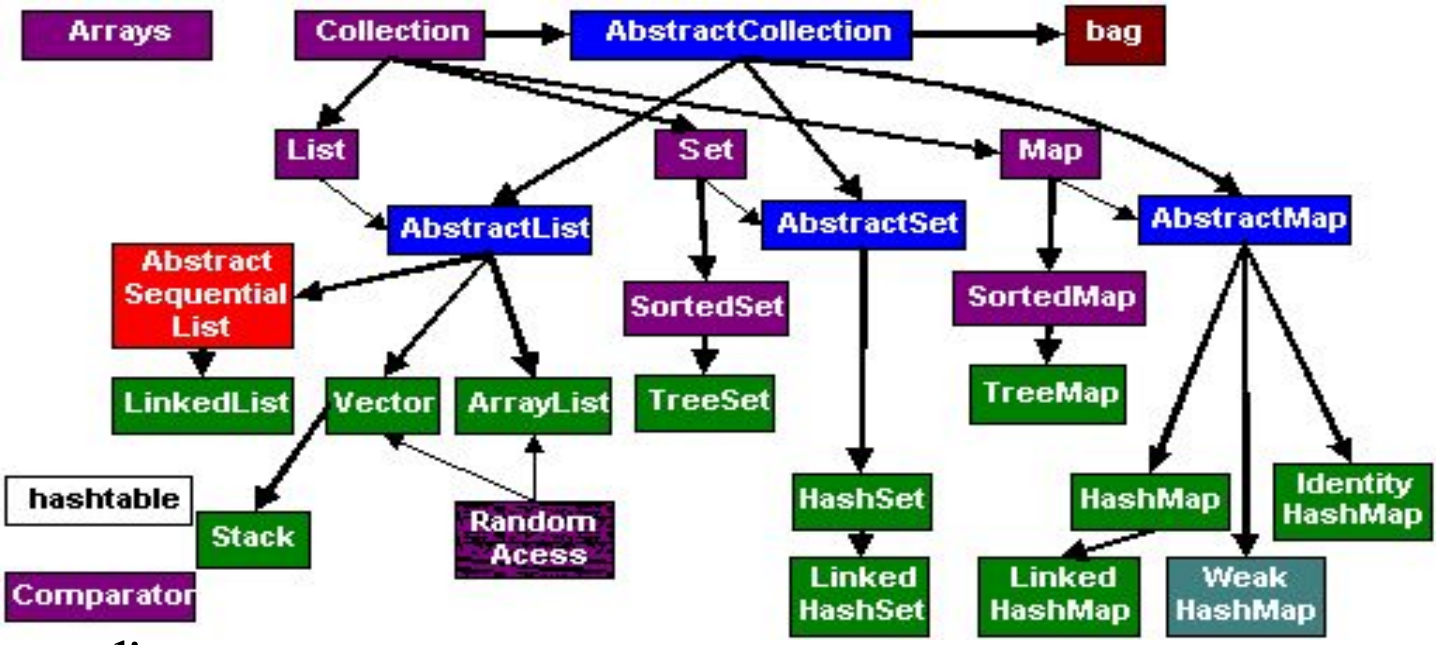
Les classes qui représentent des objets de type animal forment une hiérarchie, dont une partie ressemble à ceci:



La classe **Animal** représente tous les objets d'origine animale. Les quatre sous-classes indiquées dans ce schéma correspondent à des types particuliers d'objets: chats, chiens, chevaux, les corneilles. Il est clair dans le diagramme de classe, que tout **Cat**, **Dog**, **Crow**, or **Horse** est aussi un **Animal**. Mais l'inverse n'est PAS vrai. c'est- à -dire, tout **Animal** n'est pas un **Cat**; tout **Animal** n'est pas un **Dog**, etc.

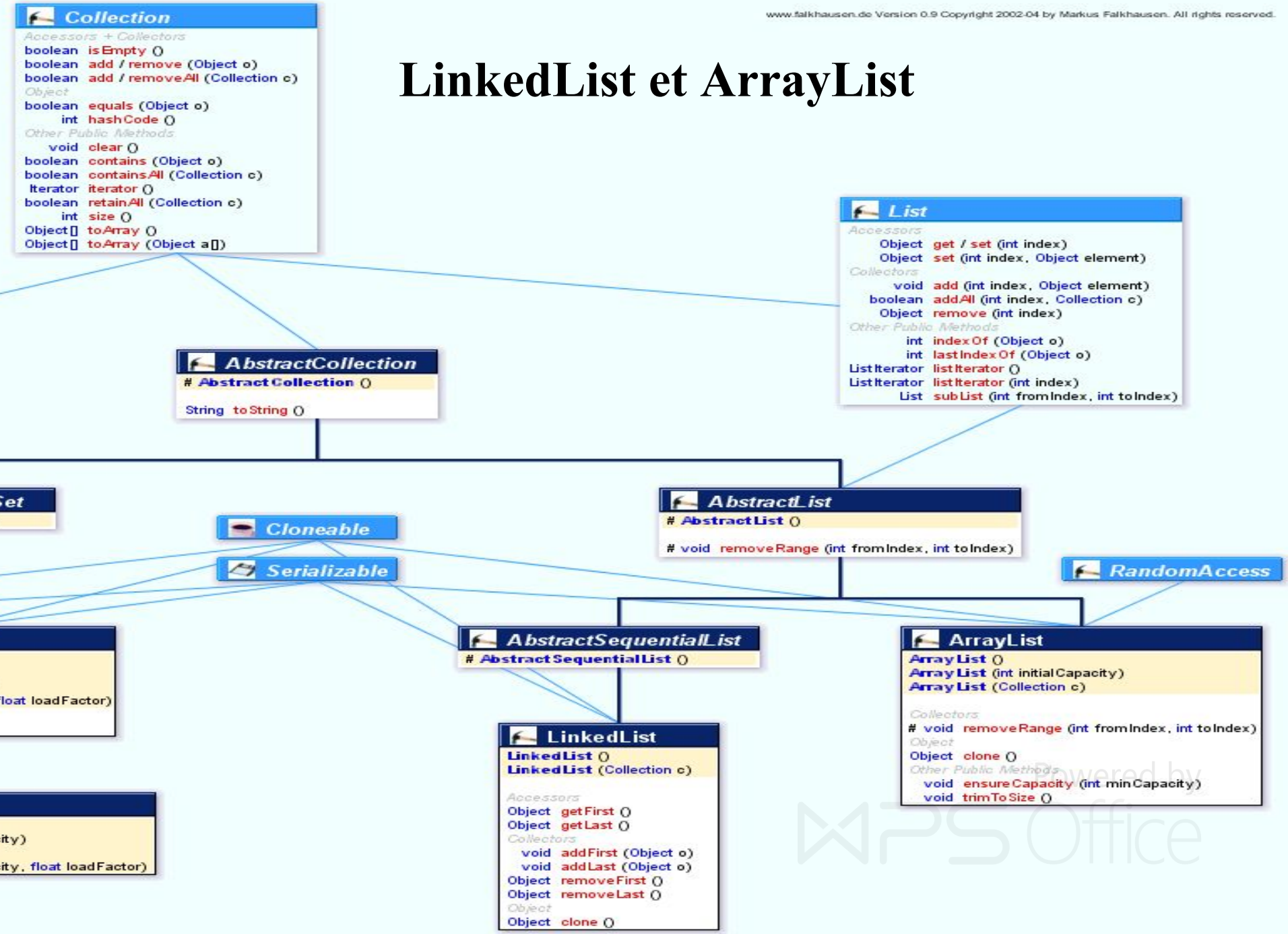
Java Collections

- LinkedList
- ArrayList
- Vector
- Stack
- HashSet
- TreeSet
- HashTable
- Plus beaucoup d'autres developpées par vous ...



- Ils manipulent tous des **Object**

LinkedList et ArrayList



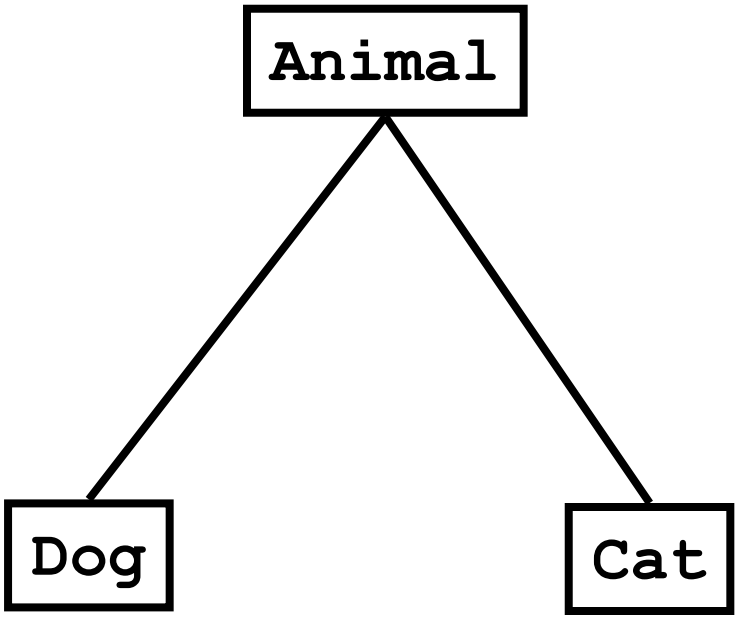
Operations sur LinkedList quelques méthodes

- Constructeur

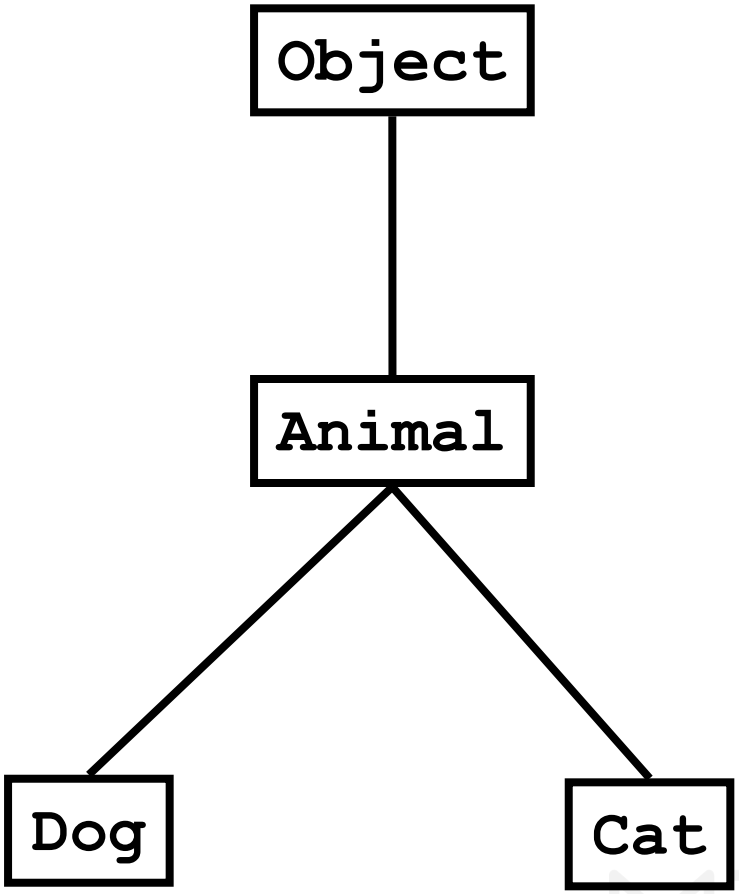
  LinkedList() construit une liste vide

  - insertion au début de la liste
    `void addFirst(Object o)`
  - insertion à la fin de la liste
    `void addLast(Object o)`
  - suppression du début de la liste
    Object `removeFirst()`
  - suppression de la fin de la liste
    `Object removeLast()`
  - accés à l'objet d'indice *index*
    `Object get(int index)`
  - int **`size`**() Retourne le nombre d'éléments da cette liste.

Polymorphisme, Collections et casting



Polymorphisme, Collections et casting



Polymorphisme, Collections et casting

- La classe **Object** existe
- Elle définit beaucoup de méthodes utiles
  - e.g. toString
  - voir l'API

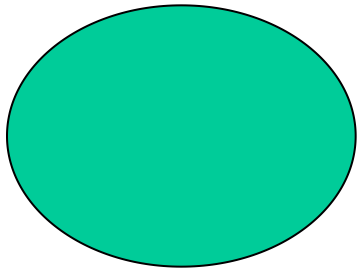
- Ainsi, chaque classe est soit
  - une sous-classe directe de **Object** (pas d'*extends*)

    ou
  - une sous-classe d'un descendant de **Object** (extends)
  - Et alors?

Polymorphisme, Collections et casting

- Tâches répétitives

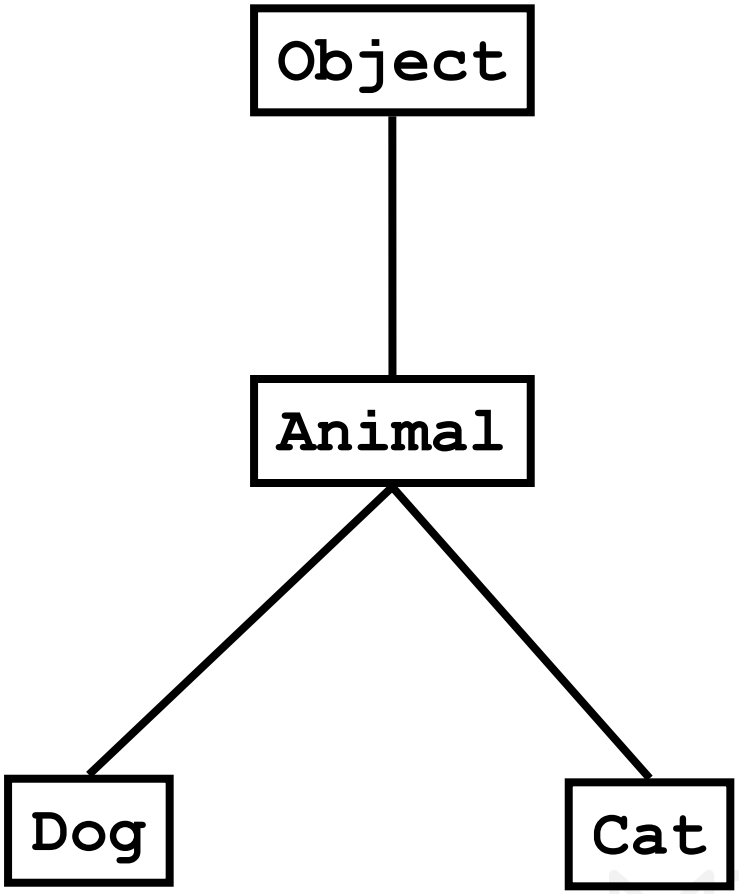
- Collections de choses (objets)
  - Library items
  - Shapes
  - Animals
  - Vehicles
  - Students



Polymorphisme, Collections et casting

- Les collections sont rarement uniforme
- Désire d'une méthode pour tenir une collection d'éléments dissemblables
- Besoin de changer les régles de *type mismatch*

Polymorphisme, Collections et casting

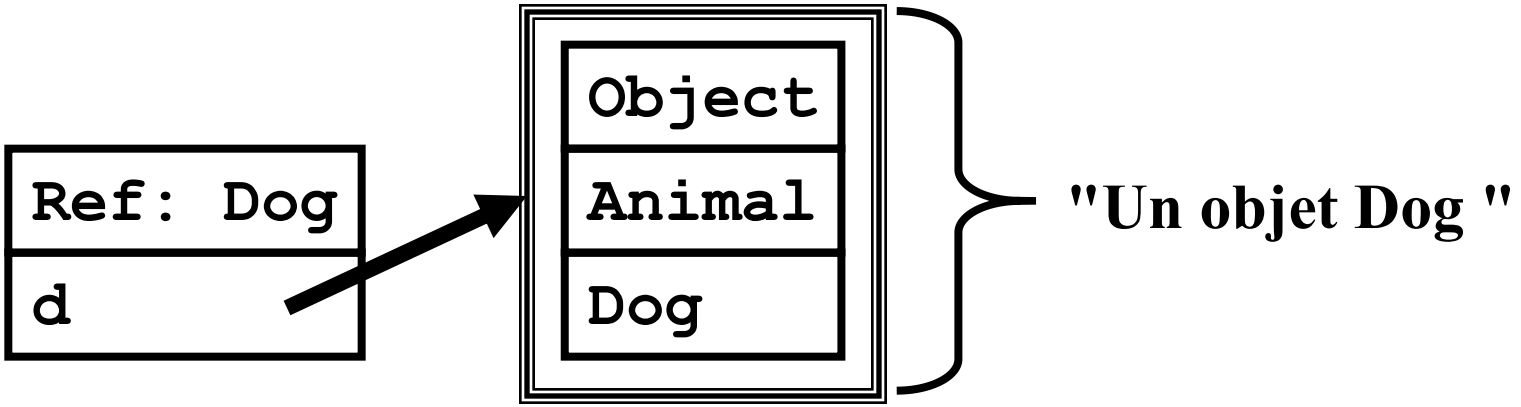


Polymorphisme, Collections et casting

```
Object o;
Animal a;
Dog d = new Dog();
Cat c = new Cat();
d = c;      // Illégal
a = c;      // OK, un Cat est un Animal
o = c;      // OK, un Cat est un Object
o = a;      // OK, un Animal est un Object
a = o;      // Illégal, pas tous les Object sont
            // des Animal
d = a;      // Illégal, pas tous les Animal sont des
            //Dogs
```

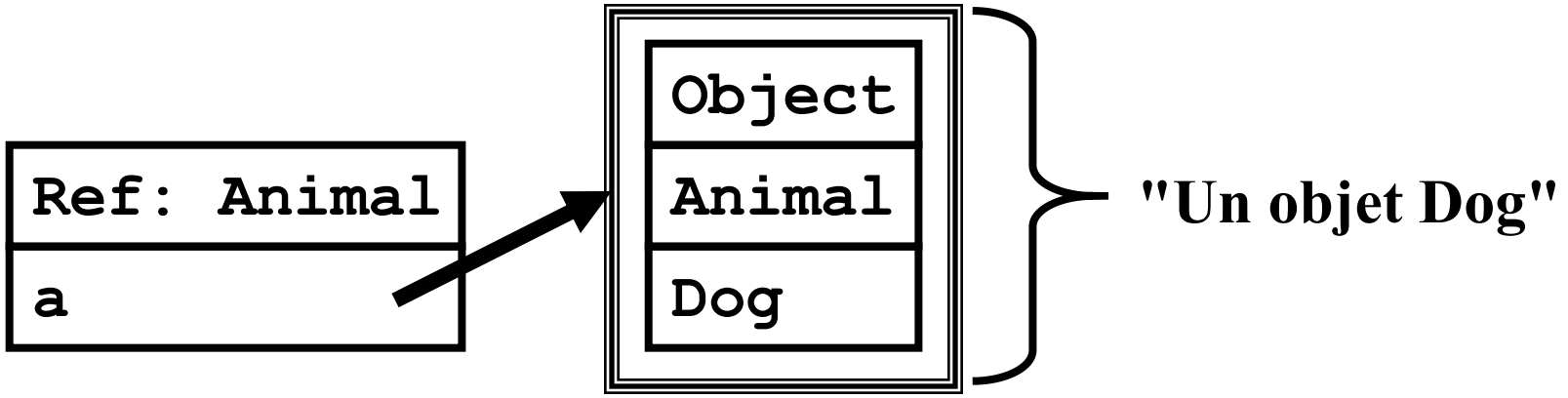
Polymorphisme, Collections et casting

```
Dog d = new Dog();
```



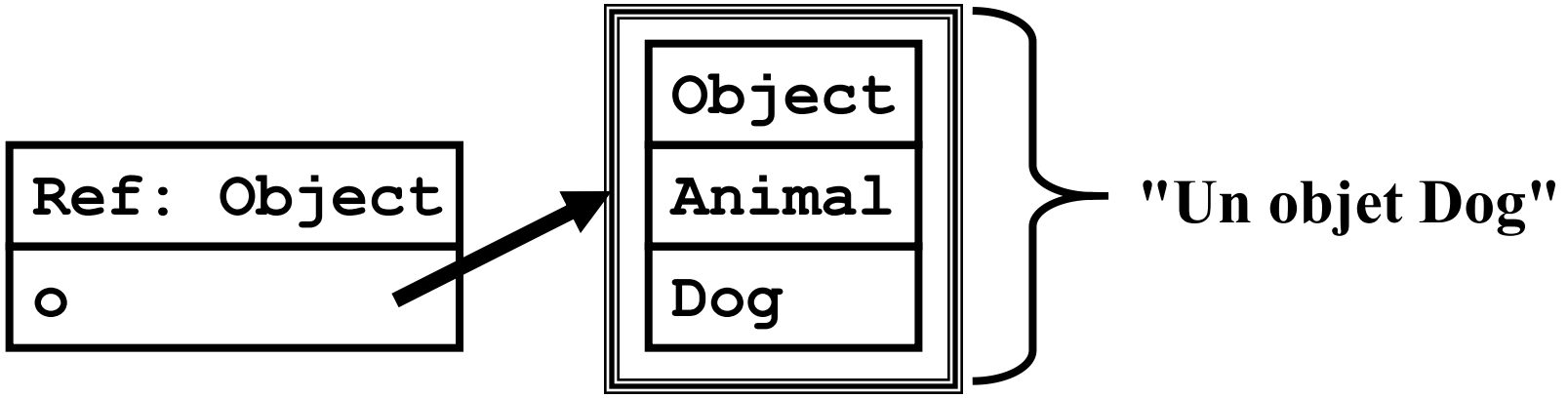
Polymorphisme, Collections et casting

```
Animal a = new Dog();
```



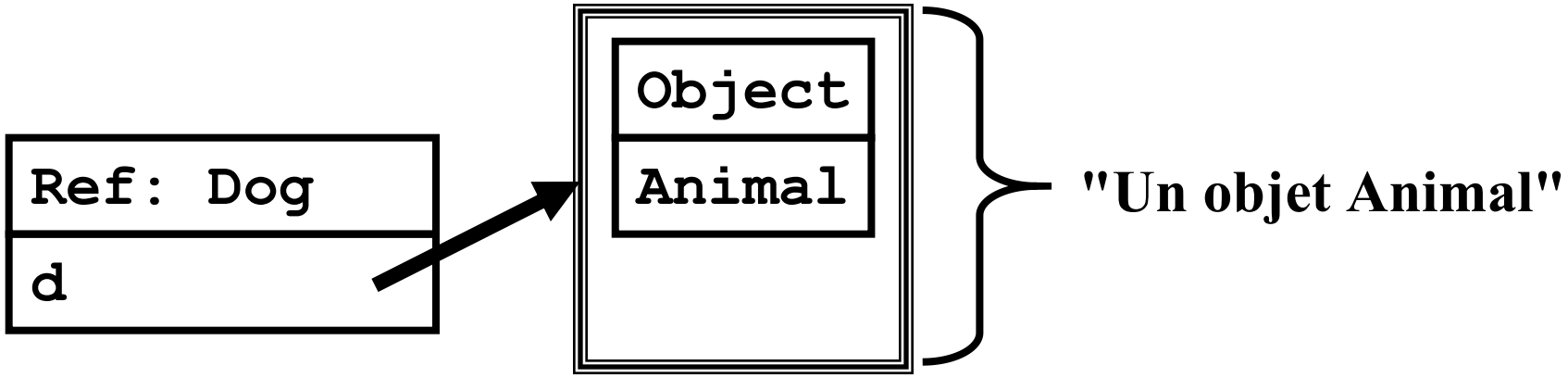
Polymorphisme, Collections et casting

```
Object o = new Dog();
```



Polymorphisme, Collections et casting

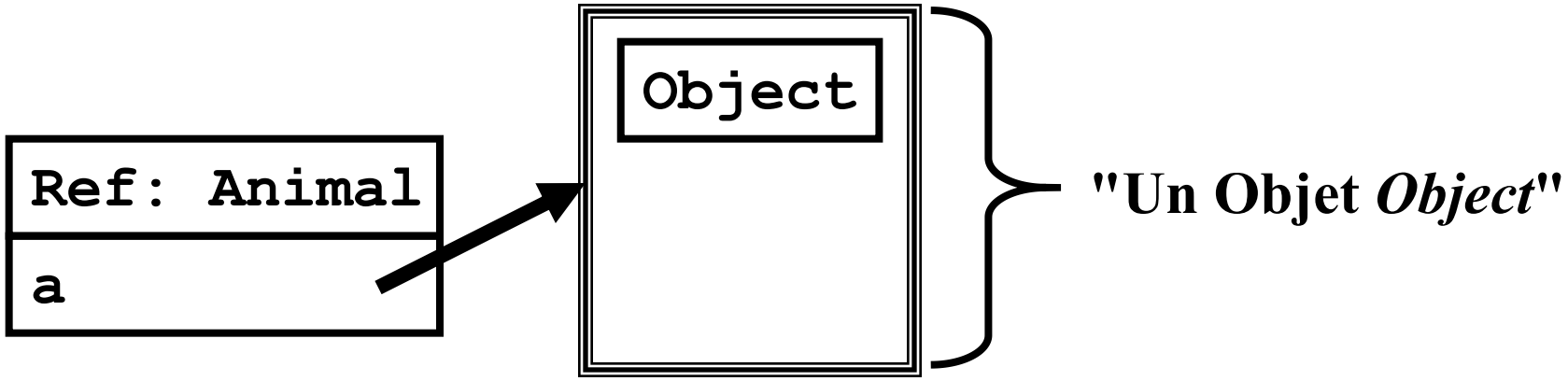
```
Dog d = new Animal();
```



ILLEGAL

Polymorphisme, Collections et casting

```
Animal a = new Object();
```



ILLEGAL

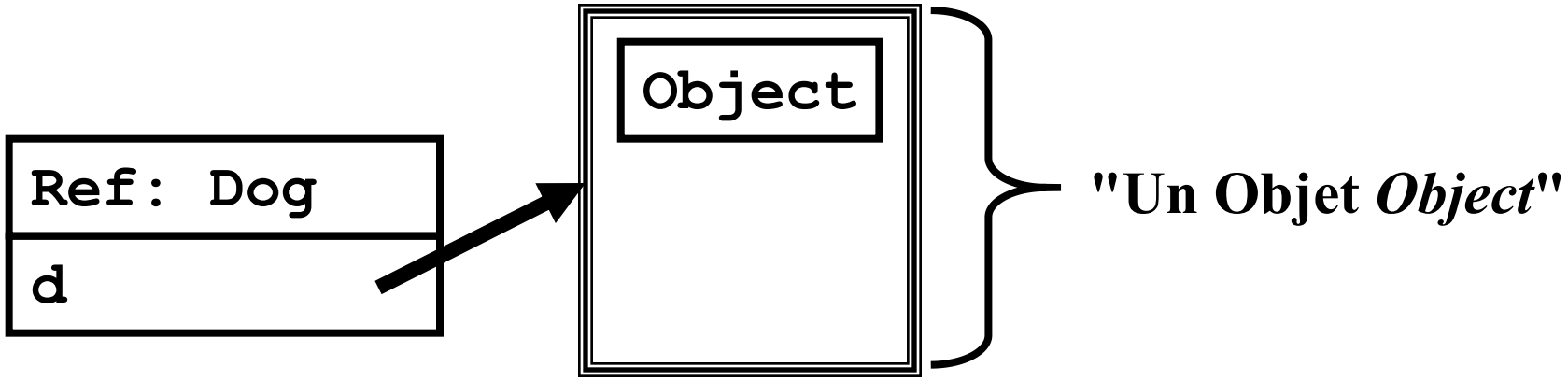
Polymorphisme, Collections et casting

```
Dog d = new Object();
```

?

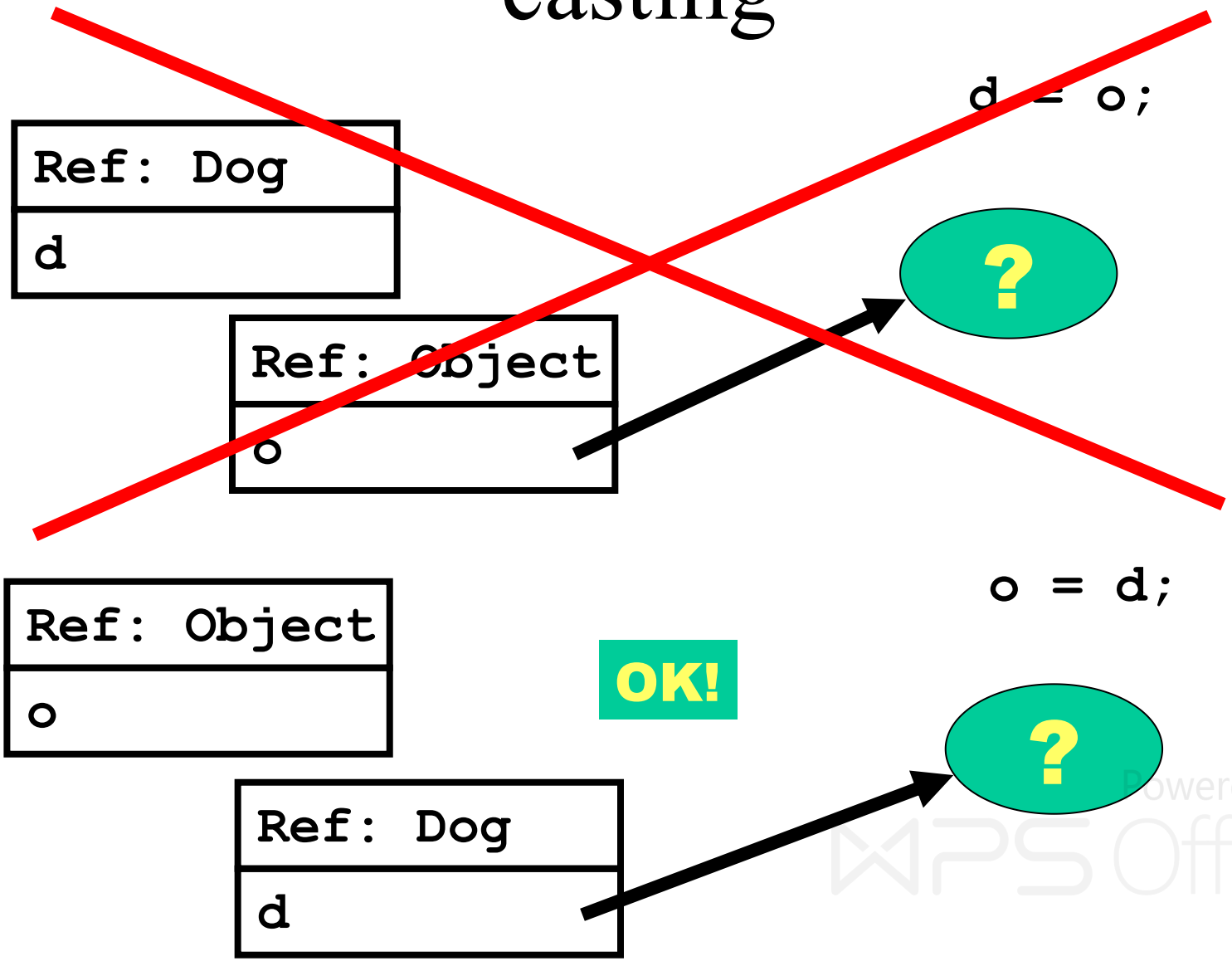
Polymorphisme, Collections et casting

```
Dog d = new Object();
```



ILLEGAL

Polymorphisme, Collections et casting



Polymorphisme, Collections et casting

- Lorsqu'on enfreit les règles mentionnées ci-avant ...
- Java mous informe parfois que le *cast* est nécessaire
- Même si c'est vraiment une mauvaise idée

```
Pearls p;
Sugar s;
p = (Pearls)s;
```

Polymorphisme, Collections et casting

- Philosophie Java: Capture des erreurs lors de la compilation.

- Conduisant à concept délicat :

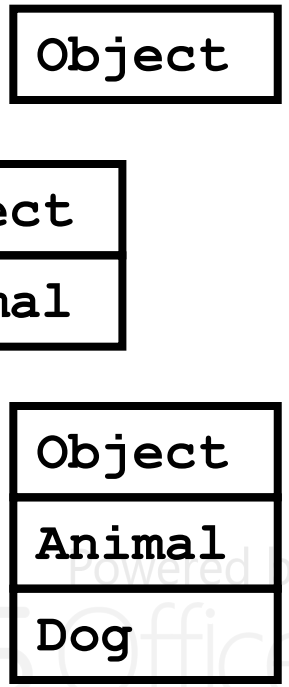
  Dynamic Binding (Liaison dynamique)

- A l'exécution (dynamique) lorsqu'une méthode est invoquée sur une référence **l'objet réel** est examiné et la version "bas" ou plus proche de la méthode est réellement exécuté.

Polymorphisme, Collections et casting
Dynamic Binding (liaison dynamique)

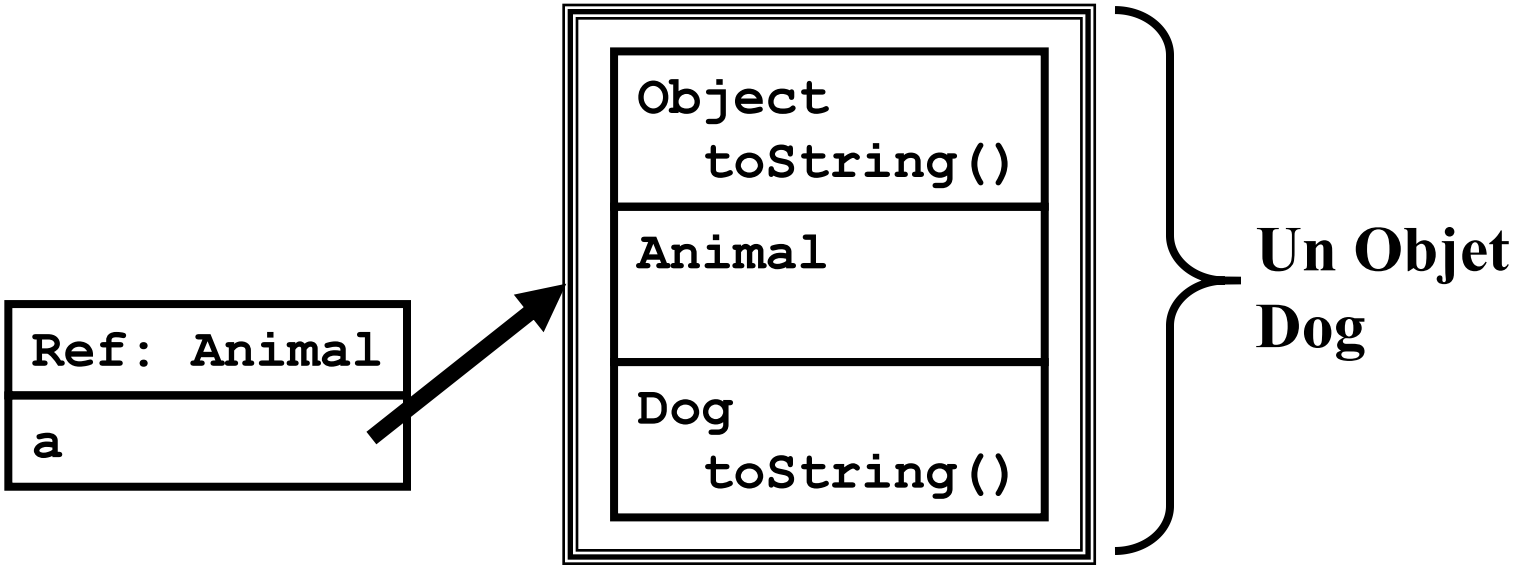
- *The heart of polymorphism*
- Supposons que les classes Animal et Dog ont une méthode toString

```
Object o = new Dog();
Animal a = new Dog();
Dog d = new Dog();
o.toString();
a.toString();
d.toString();
((Object)o).toString();
```



Polymorphisme, Collections et casting
Dynamic Binding (liaison dynamique)

- Ça fonctionne même comme Ça...




```
Animal a = new Dog();
a.toString();
```

Polymorphisme, Collections et casting
Dynamic Binding (liaison dynamique)

- Java vérifie les types lors de la compilation lors de l'affectation des références (la vérification au moment de l'exécution est également effectuée).

- Java décide toujours la méthode à être invoquée en regardant l'objet à l'exécution.

- Au moment de la compilation Java vérifie les invocations des méthodes pour s'assurer que le type de référence aura la bonne méthode. Cela peut paraître contradictoire à la liaison dynamique.

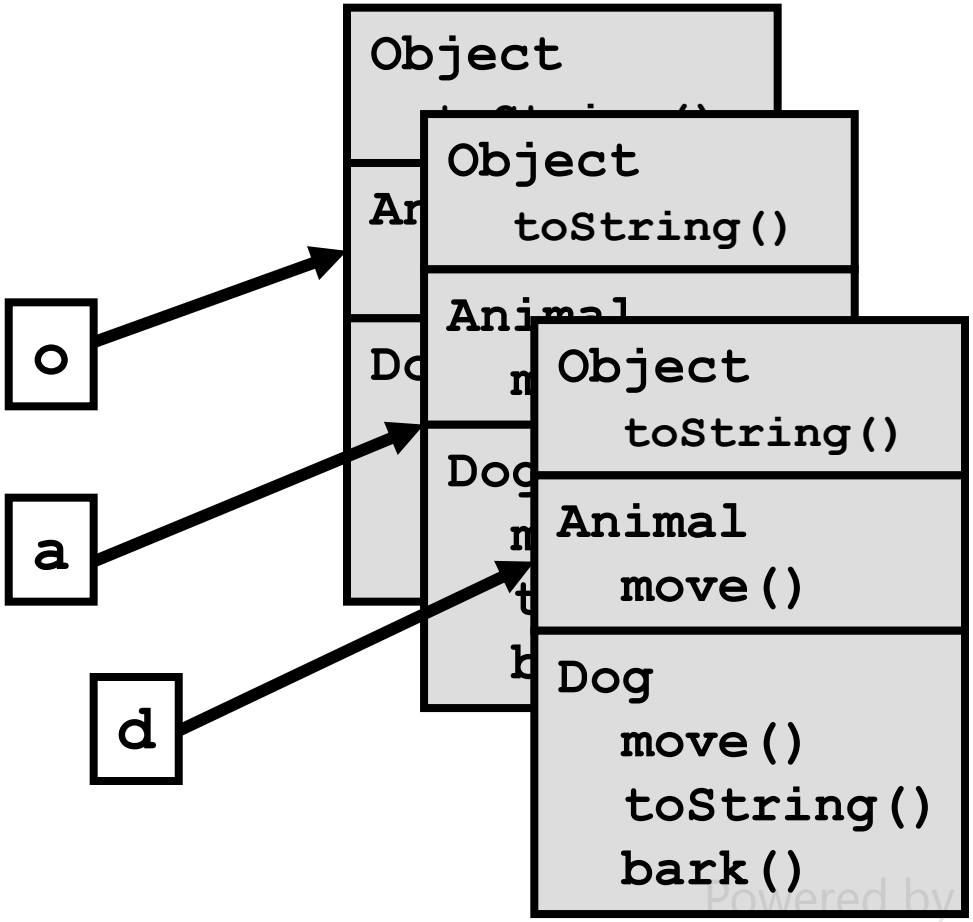
Polymorphisme, Collections et casting Dynamic Binding (liaison dynamique)

```
x.y();
```

- x est une référence qui a un type qui est sa classe
- Cette classe (ou une superclasse) doivent avoir une méthode y ou une erreur de compilation se produira.

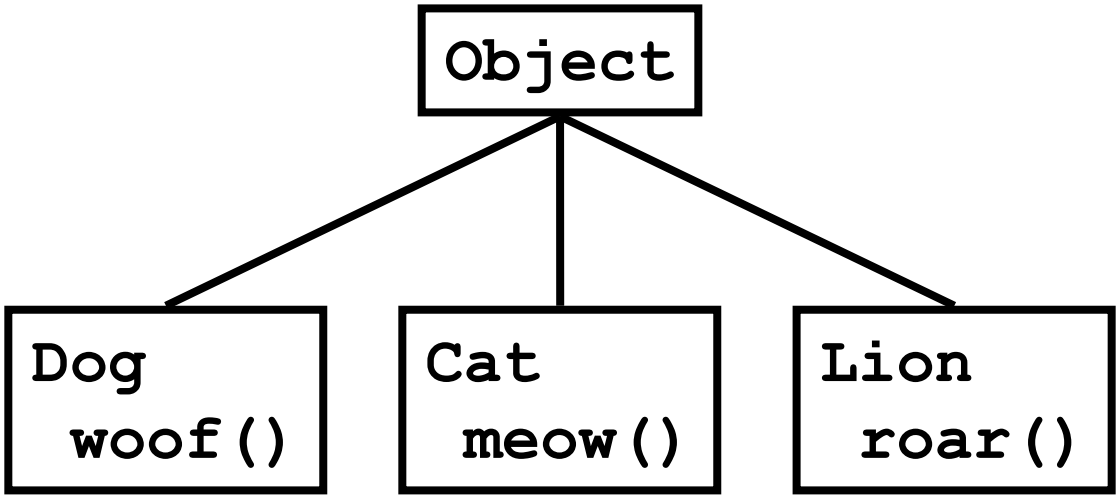
Polymorphisme, Collections et casting
Dynamic Binding (liaison dynamique)

```
Object o = new Dog();
Animal a = new Dog();
Dog d = new Dog();
o.toString();
o.move();
o.bark();//aboyer
a.toString();
a.move();
a.bark();
d.toString();
d.move();
d.bark();
```



Polymorphisme, Collections et casting Dynamic Binding (liaison dynamique)

- L'approache simple

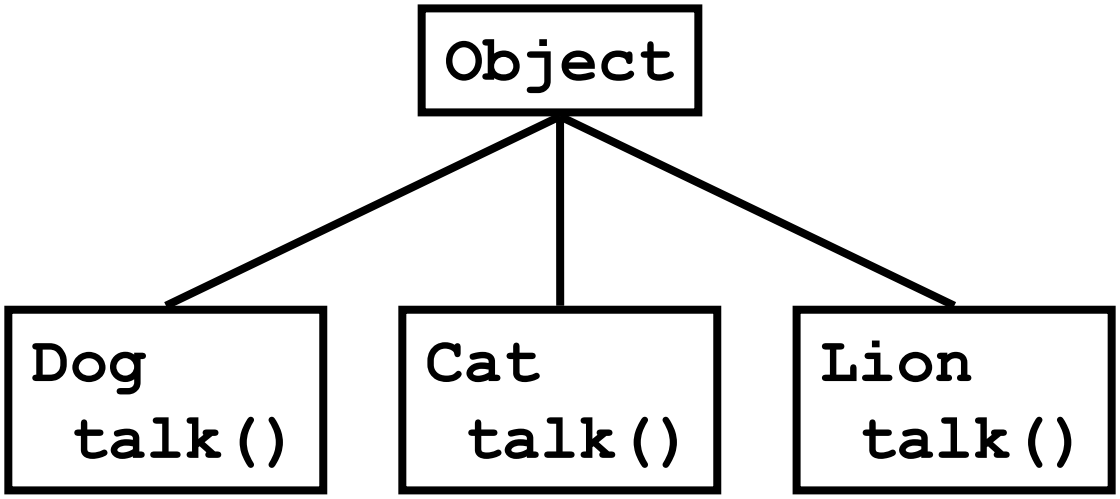


Polymorphisme, Collections et casting

```
LinkedList zoo = new LinkedList();
Object o = new Dog();
Lion p = new Lion();
zoo.add(o);
zoo.add(new Cat());
zoo.add(p);
while(zoo.size() > 0) {
   o = zoo.removeFirst();
   if(o instanceOf Dog)
       ((Dog)o).bark();
   if(o instanceOf Cat)
       ((Cat)o).meow();
   if(o instanceOf Lion)
       ((Lion)o).roar();
}
Utilisation médiocre
```

Can We Do Better?

- Un premier essai



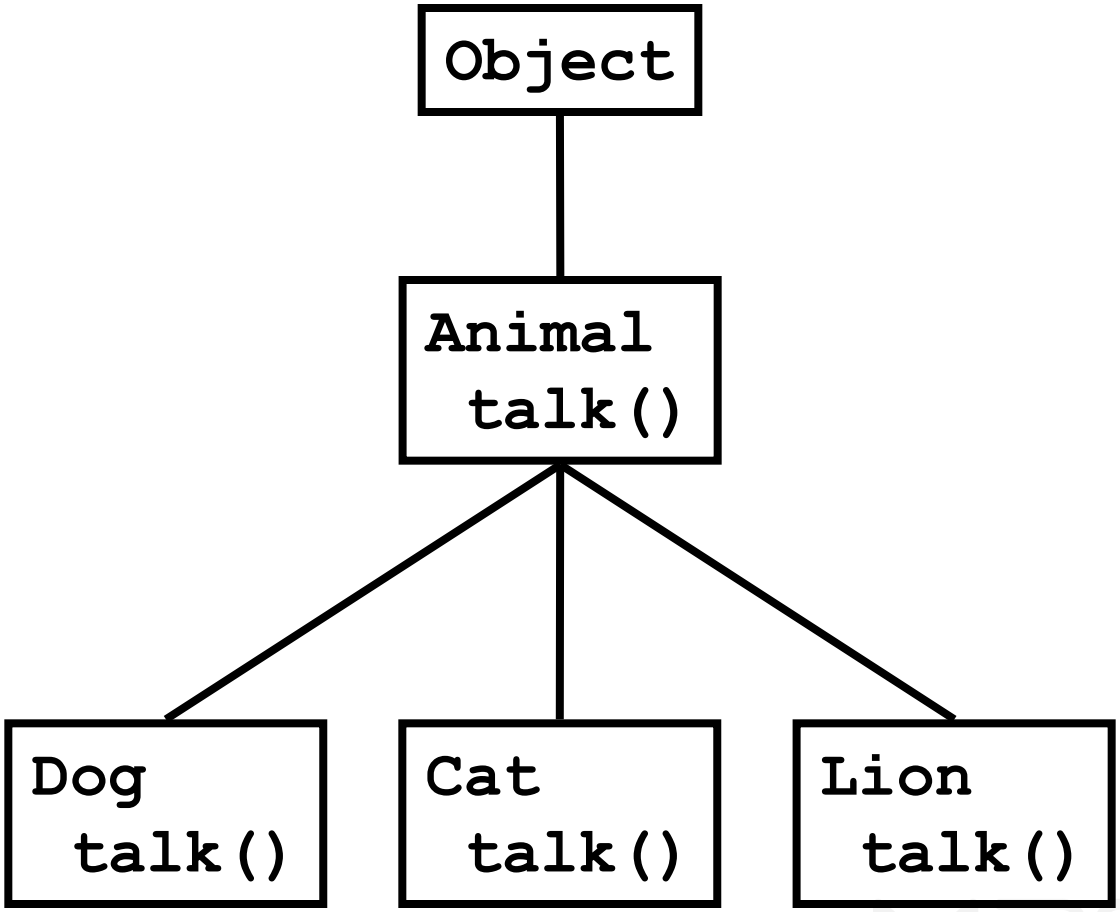
Polymorphisme, Collections et casting

```
LinkedList zoo = new LinkedList();
Object o = new Dog();
Lion p = new Lion();
zoo.add(o);
zoo.add(new Cat());
zoo.add(p);
while(zoo.size() > 0) {
  o = zoo.removeFirst();
  o.talk();  // Est ce que ça fonctionne???
}
```

Polymorphisme, Collections et casting

```
LinkedList zoo = new LinkedList();
Object o = new Dog();
Lion p = new Lion();
zoo.add(o);
zoo.add(new Cat());
zoo.add(p);
while(zoo.size() > 0) {
   o = zoo.removeFirst();
   ((???)o).talk();  // Est ce que ça fonctionne???
}
```

Polymorphisme, Collections et casting



Polymorphisme, Collections et casting

```
LinkedList zoo = new LinkedList();
Animal a = new Dog();
Object o = new Dog();
Lion p = new Lion();
zoo.add(a);
zoo.add(o);
zoo.add(new Cat());
zoo.add(p);
while(zoo.size() > 0) {
   o = zoo.removeFirst();
   ((Animal)o).talk();
}
Utilisation correcte.
```

Polymorphisme

- instructions **`switch`** ou **`if..else..elseif`**
  - Peut être utilisé pour manipuler de nombreux objets de types différents
    - Les actions appropriées sont basées sur (en fonction) du type
- Problémes
  - Programmeur peut oublier d'inclure un type
  - Pourrait oublier de tester tous les cas possibles
  - Chaque ajout / suppression d'une classe exige que toutes les instructions **`switch`** soient modifiés
    - Le suivi de tous ces changements consomme du temps et est source d'erreurs
  - Programmation polymorphe peut éliminer le besoin de la **`logique`** switch
    - Evite tous ces problémes automatiquement

Support de présentation

http://www.cc.gatech.edu/~bleahy/
http://www.kirkwood.edu/pdf/uploaded/262/horstch7pt2.ppt

http://srl.ozyegin.edu.tr/cs102/resources.php

http://cs.nyu.edu/courses/spring04/G22.2110-001/java/

https://sites.google.com/site/sureshdevang/java-collections

https://prashantgaurav1.wordpress.com/

http://jpkc.fudan.edu.cn/picture/article/80/0b36f94e-289e-42e6-b77c-a6faa6313740/206020be-4d55-4194-9f37-1ca84af55256.ppt

POO en Java

Héritage et **Polymorphisme**

Université Mohammed V
FACULTE DES SCIENCES
RABAT / FSR
Département informatique

Programmation orientée objet en JAVA

Pr. REDA Oussama Mohammed