

Cours JAVA :

Le polymorphisme en Java.

Version 4.01

Julien Sopena¹

¹julien.sopena@lip6.fr
Équipe REGAL - INRIA Rocquencourt
LIP6 - Université Pierre et Marie Curie

Licence professionnelle DANT - 2015/2016

L'héritage

- Principes de l'héritage
- Syntaxe de l'héritage en Java
- Héritage et visibilité
- Héritage et construction
- La redéfinition
- La covariance
- Interdire l'héritage

Polymorphisme et héritage

- Principes du polymorphisme
- Protocoles et polymorphisme
- Les protocoles standards
- Downcasting : la fin du polymorphisme.

- Le polymorphisme impose des limites à l'héritage
- Redéfinition de méthode de classe

Classes et méthodes abstraites

- Principes des classes abstraites
- Exemple de classe abstraite

Interfaces

- Préambule et définition
- Déclaration et implémentation
- Polymorphisme d'interface
- Classe ou interface ?
- Composition d'interfaces

L'héritage

Principes de l'héritage

Syntaxe de l'héritage en Java

Héritage et visibilité

Héritage et construction

La redéfinition

La covariance

Interdire l'héritage

Polymorphisme et héritage

Classes et méthodes abstraites

Interfaces

L'héritage

- Principes de l'héritage

- Syntaxe de l'héritage en Java

- Héritage et visibilité

- Héritage et construction

- La redéfinition

- La covariance

- Interdire l'héritage

Polymorphisme et héritage

- Classes et méthodes abstraites

- Interfaces

1. Encapsulation

- ▶ Rapprochement des données (attributs) et traitements (méthodes)
- ▶ Protection de l'information (**private** et **public**)

2. Agrégation (et composition)

- ▶ Classe A "A UN" Classe B



3. Utilisation

- ▶ Classe A "UTILISE" Classe B



Un nouveau principe POO : Héritage

Définition

*Le terme **héritage** désigne le principe selon lequel une classe peut hériter des caractéristiques (attributs et méthodes) d'autres classes.*

Soient deux classes A et B

- ▶ Relation d'héritage : Classe B "EST UN" Classe A
 - ▶ A est la super-classe ou classe mère de B
 - ▶ B est la sous-classe ou classe fille de A

- ▶ Exercice : Héritage, Agrégation ou Utilisation ?
 - ▶ Cercle et Ellipse ?
 - ▶ Salle de bains et Baignoire ?
 - ▶ Piano et Joueur de piano ?
 - ▶ Entier et Réel ?
 - ▶ Personne, Enseignant et Étudiant ?

Motivation pour un nouveau type de relation entre classes

Une classe décrit les services : fonctionnalités et données

Animal
+getNom(): String
+manger(...): ...
+dormir(...): ...
+reproduire(...): ...

Problèmes pour implémenter cette spécification :

- ▶ Elle est trop générale : `manger()` diffère suivant les animaux ;
- ▶ Il manque les services spécifiques : `voler()`, `nager()`, ...

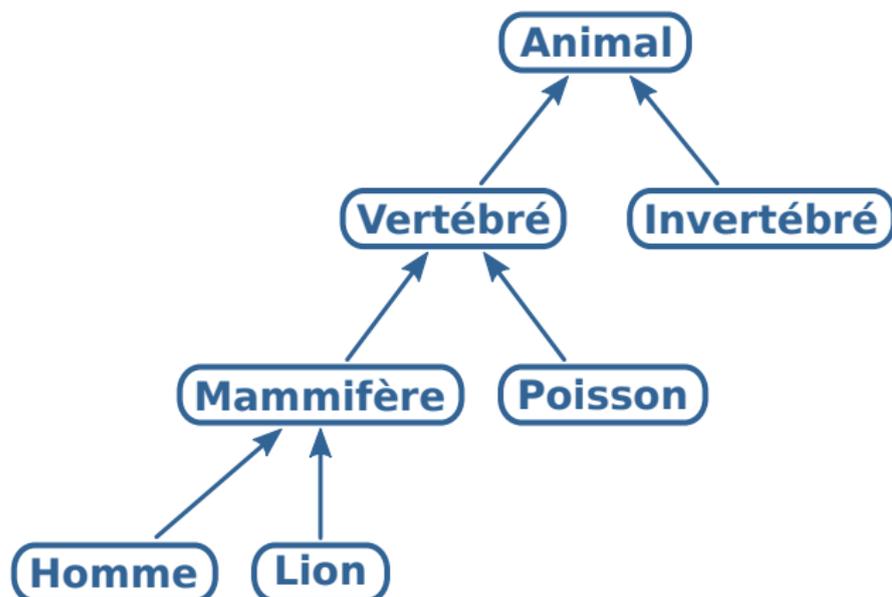
- ▶ Faire autant de classes qu'il existe d'espèces animales :
 - ▶ beaucoup de services vont être très similaires entre les classes
 - ▶ le copier coller est toujours dû à une erreur de conception
- ⇒ **coût énorme pour maintenir le code**

- ▶ Modifier la classe `Animal` pour représenter tous les animaux :
 1. accroître l'interface publique :
tous les services possibles de tous les animaux
 2. un attribut qui indique la catégorie :
`isOiseau()`, `isPoisson()`, ...
 3. implémenter les services en testant l'attribut pour savoir si et comment l'animal peut rendre le service.
- ⇒ **coût énorme pour étendre le code**

Classification hiérarchisée

La solution :

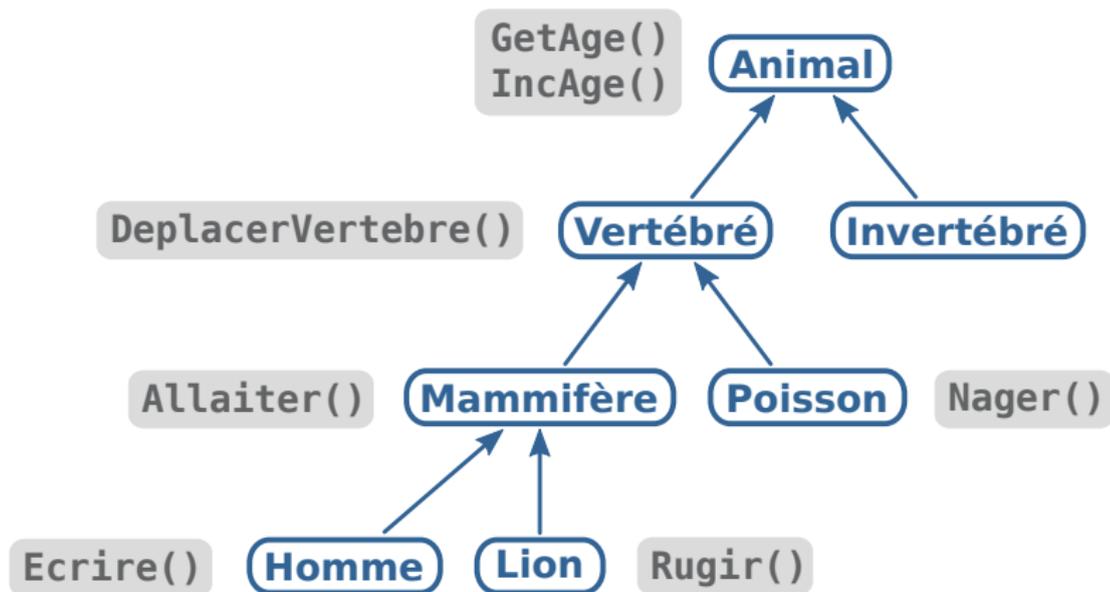
Utiliser une hiérarchie de classe et faire de l'héritage



Héritage

Une classe **hérite** de l'ensemble services de ses ascendants

⇒ pour factoriser la programmation, il suffit de placer les services à la bonne place dans la relation d'héritage



Hiérarchie des classes en Java

Java impose trois règles :

1. une classe hérite toujours d'**une seule classe** ;
2. par défaut une classe hérite de la classe `Object` ;
3. les cycles sont interdits.

⇒ **Les classes forment donc un arbre d'héritage unique**

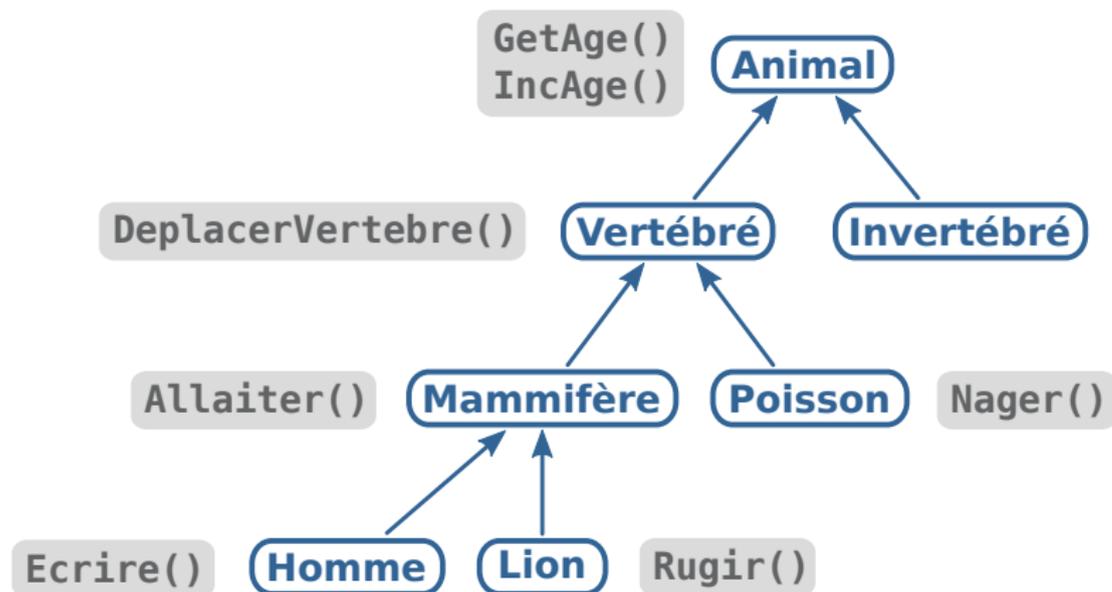
Définition

Un **arbre** est un graphe non orienté connexe et acyclique.

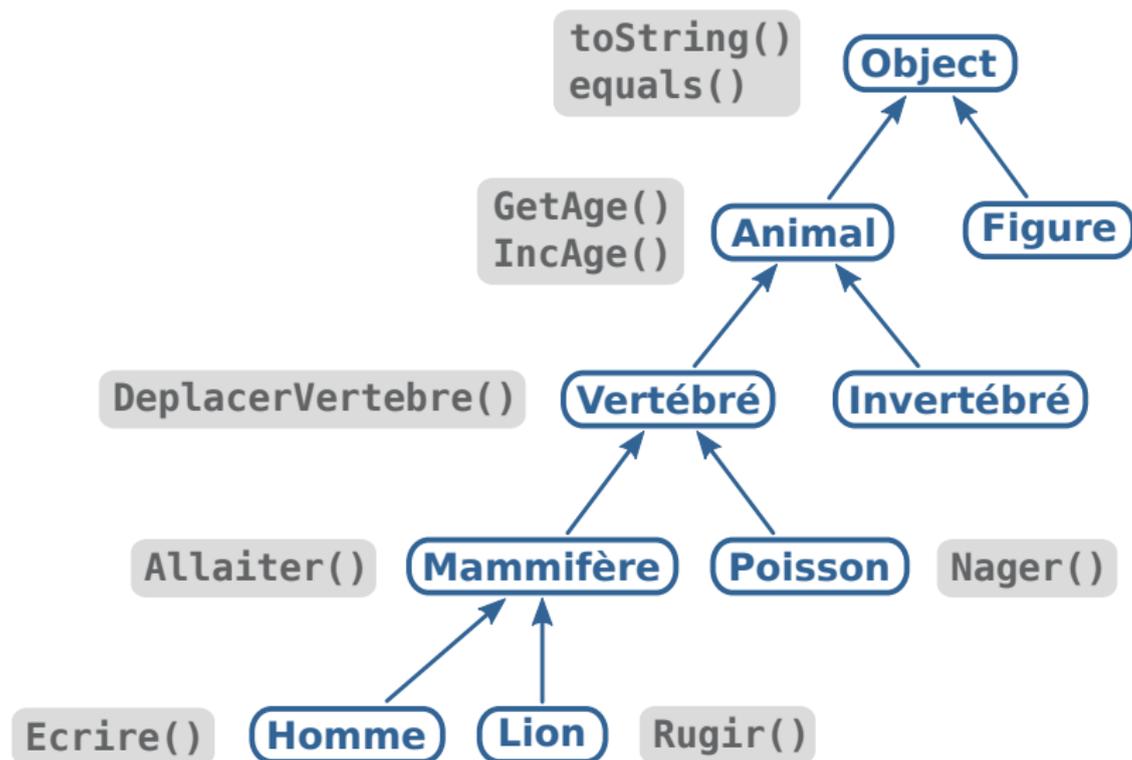
Définition

Un **forêt** est un graphe non orienté acyclique.

Hiérarchie des classes en Java



Hiérarchie des classes en Java



L'héritage

Principes de l'héritage

Syntaxe de l'héritage en Java

Héritage et visibilité

Héritage et construction

La redéfinition

La covariance

Interdire l'héritage

Polymorphisme et héritage

Classes et méthodes abstraites

Interfaces

Le mot-clé **extends** indique qu'une classe hérite d'une autre.

```
public class Vertebre extends Animal {  
    ...  
}
```

Important

La classe Vertebre ainsi définie **possède** toutes les caractéristiques de la classe Animal (*i.e.*, ses éléments **privés et publics**).

Héritage des membres

```
public class Animal {  
    final public String nom;  
    private int age;  
  
    public int getAge() {  
        return age;  
    }  
}
```

```
public class Vertebre extends Animal {  
    final public int nbVertebres;  
    public void deplacerVertebres(int nb);  
}
```

Les membres de la classe Vertebre sont :

- ▶ **attributs** : nom (hérité), age (hérité) et nbVertebres
- ▶ **méthodes** : getAge() (hérité) et deplacerVertebres().

Instance d'une classe avec héritage

```
public class Homme extends Mammifère {  
    // attributs propres aux hommes uniquement  
    private boolean droitier;  
    ...  
    public void écrire() {  
        if droitier {...} else {...}  
    }  
}
```

```
Homme unHomme = new Homme(...);  
// appel d'un service propre aux hommes  
unHomme.écrire();  
// appel d'un service commun aux vertébrés (hérité)  
unHomme.deplacerVertebres(3);  
// appel d'un service commun aux animaux (hérité)  
unHomme.setNom("Adam");
```

Héritage de comportements

Que se passe-t-il durant l'exécution d'une méthode héritée :

```
unHomme.setNom("Adam");
```

La machine virtuelle va **dynamiquement** rechercher la méthode :

- ▶ recherche de `setNom()` dans la classe `Homme`
- ▶ poursuite de la recherche en remontant l'arbre d'héritage
- ▶ méthode trouvée dans la classe `Animal`
- ▶ `setNom()` est exécutée dans le contexte de `unHomme`

Si la méthode `setNom()` n'était pas définie :

une erreur serait émise lorsque la classe `Object` serait atteinte

À retenir : la classe Object

Important

En Java, toutes les classes héritent de la classe Object.

La déclaration

```
public class A { ... }
```

doit donc être comprise comme

```
public class A extends Object { ... }
```

On dit que le `extends Object` est implicite

Héritage d'attributs

```
public class Animal {
    // attributs propres à tous les animaux
    private String nom; ...
    public String getNom(){ return nom; }
    public void setNom(String n) { nom = n; }
    ...
}

public class Vertébré extends Animal {
    // attributs propres aux Vertébrés
    private int nbVertèbres; ...
    public void setNbVertèbres(int n) {
        nbVertèbres = n;
    }
    public void déplacerVertebres(int nb){
        System.out.println (this.getNom() + "déplace"
            + nb + "vertèbres");
    }
}
```

Héritage d'attributs – suite

```
public class Homme extends Mammifère {
    // attributs propres aux hommes uniquement
    private boolean droitier;
    ...
    public Homme (String unNom, boolean droitier) {
        this.setNbVertebres(50);
        this.setNom(unNom);
        this.droitier = droitier;
    }
    ...
}
```

L'héritage

Principes de l'héritage

Syntaxe de l'héritage en Java

Héritage et visibilité

Héritage et construction

La redéfinition

La covariance

Interdire l'héritage

Polymorphisme et héritage

Classes et méthodes abstraites

Interfaces

Héritage et encapsulation

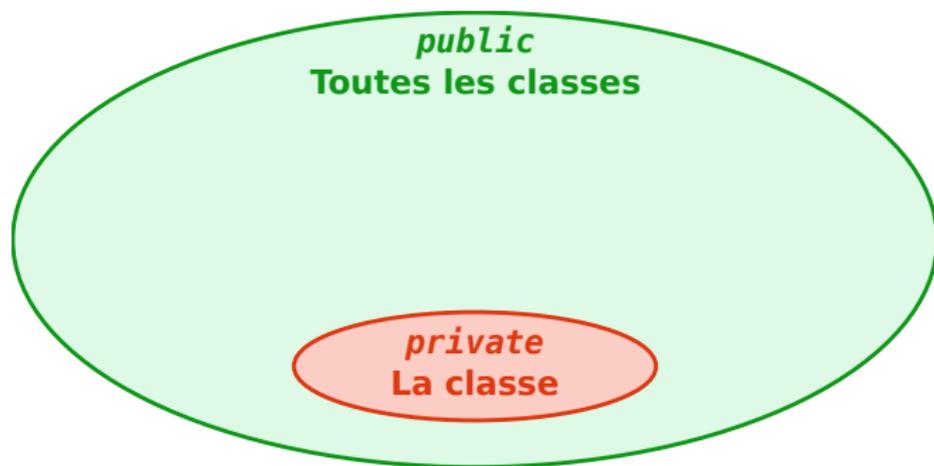
Les membres déclarés privés dans une classe :

- ▶ appartiennent aux sous-classes
- ▶ mais ne sont pas visibles depuis les sous-classes

En d'autres termes : **l'héritage n'implique pas la visibilité**

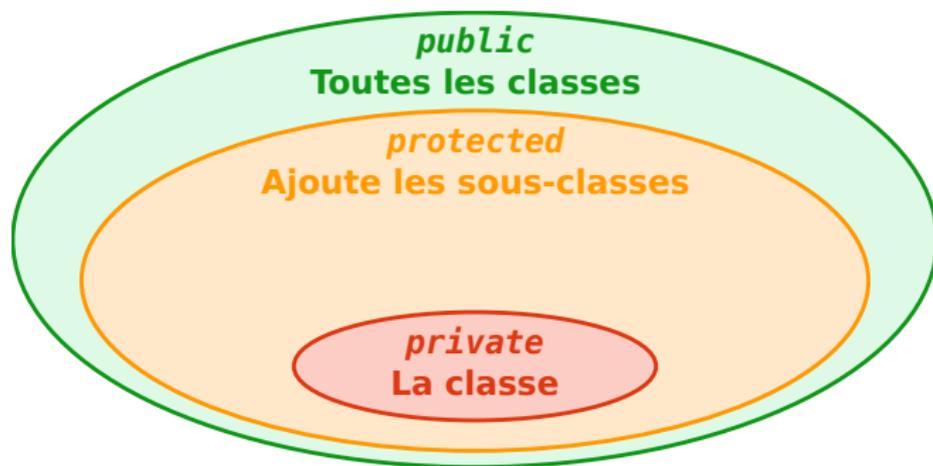
```
public class Homme extends Mammifère {
    // attributs propres aux hommes uniquement
    private boolean droitier;

    public Homme (String unNom, boolean droitier) {
        this.setNbVertebres(50);
        this.droitier = droitier;
        this.nom = unNom; // erreur
    }
}
```



La visibilité en Java

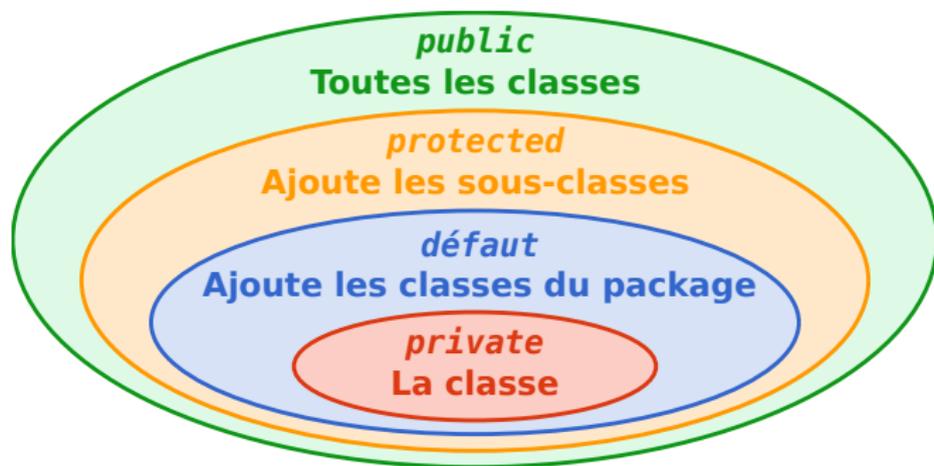
On peut étendre la visibilité aux sous-classes avec le mot clé : **protected**.



La visibilité en Java

On peut étendre la visibilité aux sous-classes avec le mot clé : **protected**.

Attention : on n'étend pas la visibilité **private** mais la visibilité par **défaut**.

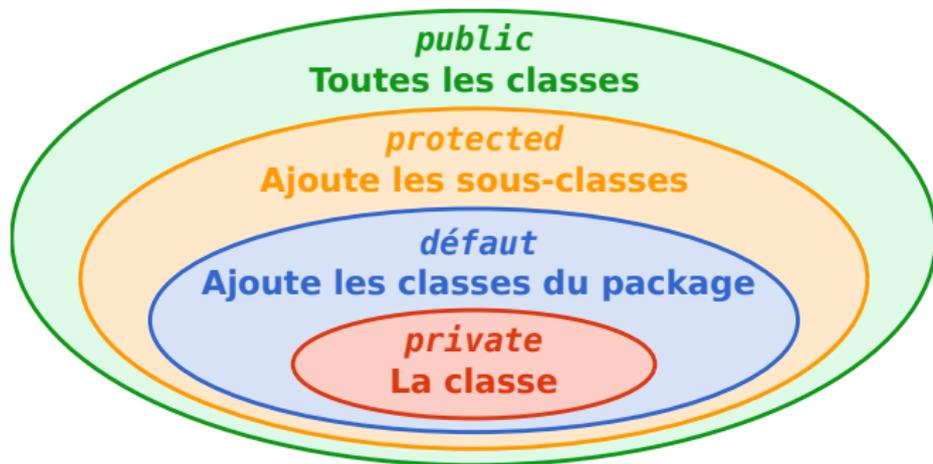


La visibilité en Java

On peut étendre la visibilité aux sous-classes avec le mot clé : **protected**.

Attention : on n'étend pas la visibilité **private** mais la visibilité par **défaut**.

⇒ l'héritage s'ajoute aux packages



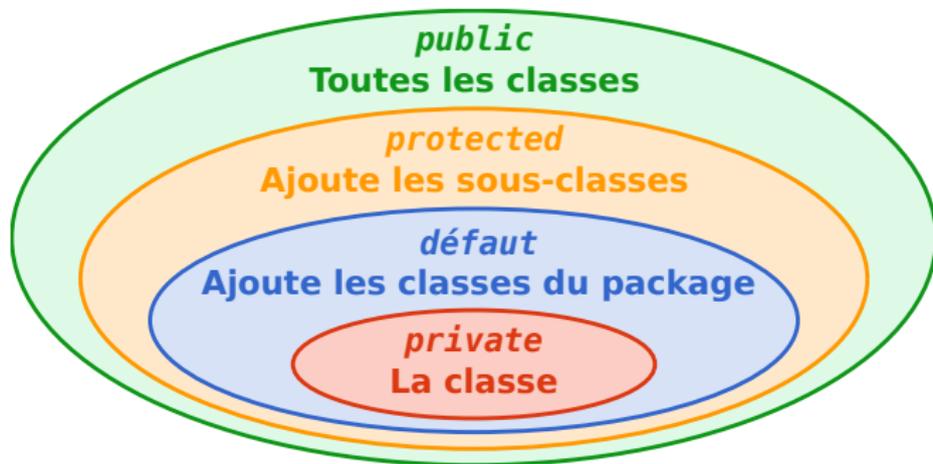
La visibilité en Java

On peut étendre la visibilité aux sous-classes avec le mot clé : **protected**.

Attention : on n'étend pas la visibilité **private** mais la visibilité par **défaut**.

⇒ l'héritage s'ajoute aux packages

⇒ **protected** ne protège pas mais augmente la visibilité !



La visibilité en Java

On peut étendre la visibilité aux sous-classes avec le mot clé : **protected**.

Attention : on n'étend pas la visibilité **private** mais la visibilité par **défaut**.

⇒ l'héritage s'ajoute aux packages

⇒ **protected ne protège pas mais augmente la visibilité !**

	private	défaut	protected	public
la classe elle-même	OUI	OUI	OUI	OUI
une sous-classe, paquetage =	NON	OUI	OUI	OUI
pas une sous-classe, paquetage =	NON	OUI	OUI	OUI
une sous-classe, paquetage ≠	NON	NON	OUI	OUI
pas une sous-classe, paquetage ≠	NON	NON	NON	OUI

L'héritage

Principes de l'héritage

Syntaxe de l'héritage en Java

Héritage et visibilité

Héritage et construction

La redéfinition

La covariance

Interdire l'héritage

Polymorphisme et héritage

Classes et méthodes abstraites

Interfaces

Comment instancier un attribut privé ?

```
public class Homme extends Mammifère {  
    // attributs propres aux hommes uniquement  
    private boolean droitier;  
  
    public Homme (String unNom, boolean droitier) {  
        this.setNbVertèbres(50);  
        this.droitier = droitier;  
        this.unNom = unNom; // erreur  
    }  
}
```

Comment instancier un attribut privé ?

On peut ajouter un modificateur public : `setNom()`

```
public class Homme extends Mammifère {
    // attributs propres aux hommes uniquement
    private boolean droitier;

    public Homme (String unNom, boolean droitier) {
        this.setNbVertèbres(50);
        this.droitier = droitier;
        this.setNom(unNom);
    }
}
```

Comment instancier un attribut privé ?

On peut ajouter un modificateur public : `setNom()`

```
public class Homme extends Mammifère {  
    // attributs propres aux hommes uniquement  
    private boolean droitier;  
  
    public Homme (String unNom, boolean droitier) {  
        this.setNbVertèbres(50);  
        this.droitier = droitier;  
        this.setNom(unNom);  
    }  
}
```

Problème

Introduction de modificateurs pour initialiser les attributs privés, alors que l'attribut ne doit plus être modifié.

Héritage et construction – Correction

Pour initialiser les attributs hérités il vaut mieux :

invoquer un des constructeurs de la classe mère avec **super()**

```
public class Homme extends Mammifère {
    private static final int NB_VERTEBRES = 50;
    private boolean droitier;

    public Homme (String unNom, boolean droitier,
                 int nbVertèbres) {
        // ATTENTION : super() doit être la première instruction
        super(unNom, nbVertèbres);
        this.droitier = droitier;
    }

    public Homme (String unNom, boolean droitier) {
        this(unNom, droitier, NB_VERTEBRES);
    }
}
```

Règles

1. L'appel d'un constructeur de la classe mère doit être la première instruction du constructeur de la classe fille.
2. Il **n'est pas possible** d'utiliser à la fois un autre constructeur de la classe et un constructeur de sa classe mère dans la définition d'un de ses constructeurs.

```
public class A {  
    public A(int x) {  
        super();  
        this();  
    }  
}
```

INTERDIT

Constructeur implicite

Si aucun constructeur de la classe ou de la super-classe n'est invoqué explicitement, le compilateur ajoute un appel au constructeur sans argument de la super-classe

```
public class B extends A {  
    public B(int x) {  
        // appel super() implicite  
        this.x = x;  
        ...  
    }  
}
```

Attention : Dans ce cas, le constructeur sans argument doit être défini dans la super-classe

Constructeur implicite : exemple

```
<\selectionRepro{2}>
public class A {
    public A () {System.out.println("A");}

    public class B extends A {
        public B () {System.out.println("B");}
    }
}
```

Le ligne de code suivante :

```
B c = new B ();
```

produira l'affichage suivant :

```
java MonProg
```

Constructeur implicite : exemple

```
<\selectionRepro{2}>  
public class A {  
    public A () {System.out.println("A");}}  
  
public class B extends A {  
    public B () {System.out.println("B");}}
```

Le ligne de code suivante :

```
B c = new B ();
```

produira l'affichage suivant :

```
java MonProg  
A  
B
```

Constructeur implicite : erreur fréquente

Etape 1 :

Jusqu'ici tout va bien.

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

public class B extends A {
    public int y;
    public B (int x,int y) {
        this.x = x;
        this.y = y;
    }
}
```

Etape 2 :

Puis, on ajoute un constructeur.

```
public class A {
    public int x;
    public A (int x) {}
    this.x =x;
}

public class B extends A {
    public int y;
    public B (int x,int y) {
        this.x = x;
        this.y = y;
    }
}
```

Constructeur implicite : erreur fréquente

```
javac B.java
  B.java:3: cannot find symbol
  symbol   : constructor A()
  location: class A
  public B ( int x , int y ) {
                ^
1 error
}
```

```
public class B extends A {
    public int y;
    public B (int x,int y) {
        super(); // Ajout du compilateur
        this.x = x;
        this.y = y;
    }
}
```

Constructeur implicite : Solutions

Solution 1 :

Ajout d'un constructeur vide.

```
public class A {
    public int x;
    public A () {}
    public A (int x) {
        this.x = x;
    }
}

public class B extends A {
    public int y;
    public B (int x,int y) {
        this.x = x;
        this.y = y;
    }
}
```

Solution 2 :

Appel explicite au **super(int)**.

```
public class A {
    public int x;
    public A (int x) {
        this.x = x;
    }
}

public class B extends A {
    public int y;
    public B (int x,int y) {
        super(x);
        this.y = y;
    }
}
```

Constructeur d'une classe dérivée

Un constructeur d'une classe dérivée commence toujours :

1. soit par l'appel explicite d'un autre constructeur de la classe.
2. soit par l'appel explicite ou implicite d'un constructeur de la classe mère.

Corollaire

Comme tout objet dérive (directement ou indirectement) de la classe **Object** : **Tout constructeur commence par exécuter le constructeur de l'Object**

L'héritage

Principes de l'héritage

Syntaxe de l'héritage en Java

Héritage et visibilité

Héritage et construction

La redéfinition

La covariance

Interdire l'héritage

Polymorphisme et héritage

Classes et méthodes abstraites

Interfaces

Définition de la redéfinition.

Définition

On appelle **redéfinition** (en anglais « *overriding* ») d'une méthode, la possibilité de définir le comportement d'une méthode selon le type d'objet l'invoquant, i.e., de donner une nouvelle implémentation à une méthode héritée **sans changer sa signature**.

```
public class A {
    public int f (int x) {
        ...
    }
}
public class B extend A {
    public intf (int x) {
        ...
    }
}
```

La signature d'une méthode Java

```
public class Homme extends Mammifère {
    ...
    public void dessiner () {
        System.out.println("Gribouillis");
    }
}

public class Leonard extends Homme {
    ...
    public void dessiner () {
        System.out.println("Joconde");
    }
}
```

ATTENTION

Il ne faut pas confondre la **redéfinition** (en anglais « *overriding* ») et la **surcharge** (en anglais « *overloading* ») qui a été étudiée dans le cours d'introduction et qui correspond à la possibilité de définir des comportements différents pour la même méthode selon les arguments passés en paramètres.

Spécialiser une méthode héritée

La référence **super** permet de redéfinir une méthode `f` héritée en réutilisant sa définition dans la classe mère. On dit alors qu'on **spécialise** la méthode héritée `f`.

```
public class A {
    public void f() {
        ...
    }
}

public class B extends A {
    public void f() {
        ...
        super.f();
        ...
    }
}
```

Spécialiser une méthode héritée : exemple

```
public class Point {
    private int x,y;
    ...
    public String toString() {
        return "(" + x + "," + y + ")";
    }
}

public class PointCouleur extends Point {
    private byte couleur;
    ...
    public String toString() {
        return super.toString() +
            "\nCouleur : " + this.couleur ;
    }
}
```

Surcharge d'une méthode redéfinie

On peut **aussi** surcharger une méthode redéfinie.

```
public class Logement {
    public void vendre(String acquereur) {
        this.proprietaire = acquereur;
        this.vendu = true;
    }
}

public class Appartement extends Logement {
    public void vendre(String acquereur, boolean cave) {
        super.vendre(acquereur);
        this.cave = cave;
    }
    public void vendre(String acquereur) {
        vendre(acquereur, false);
    }
}
```

Attention

On ne peut remonter **plus haut que la classe mère** pour récupérer une méthode redéfinie :

- ▶ pas de cast `(ClasseAncetre)m()`
- ▶ pas de **`super.super.m()`**

Annotation pour la redéfinition

Depuis Java 5, on peut annoter par **@Override** les redéfinitions de méthodes. Ceci est très utile pour **repérer des fautes de frappe** dans le nom de la méthode : le compilateur envoie un message d'erreur si la méthode ne redéfinit aucune méthode.

```
public class Point {
    private int x,y;
    ...
    @Override
    public String toString() {
        return "(" + x + "," + y + ")";
    }
}
```

Annotation pour la redéfinition

Depuis Java 5, on peut annoter par **@Override** les redéfinitions de méthodes. Ceci est très utile pour **repérer des fautes de frappe** dans le nom de la méthode : le compilateur envoie un message d'erreur si la méthode ne redéfinit aucune méthode.

```
public class Point {
    private int x,y;
    ...
    @Override
    public String toString() {
        return "(" + x + "," + y + ")";
    }
}
```

```
Point.java:3: method does not override or implement a method
from a supertype
```

```
@Override
```

```
^
```

L'héritage

Principes de l'héritage

Syntaxe de l'héritage en Java

Héritage et visibilité

Héritage et construction

La redéfinition

La covariance

Interdire l'héritage

Polymorphisme et héritage

Classes et méthodes abstraites

Interfaces

Rappels

1. La **redéfinition** d'une méthode c'est le fait de donner une nouvelle implémentation en conservant la signature.
2. La **signature** d'une méthode est composée de son nom et des types de ses arguments.

Définition

*On appelle **covariance** le fait de modifier le type de retour d'une méthode lors de sa redéfinition. En Java, elle a été introduite dans la version : Java 1.5.*

L'héritage

Principes de l'héritage

Syntaxe de l'héritage en Java

Héritage et visibilité

Héritage et construction

La redéfinition

La covariance

Interdire l'héritage

Polymorphisme et héritage

Classes et méthodes abstraites

Interfaces

Lors de la conception d'une classe, le concepteur peut empêcher que d'autres classes héritent d'elle (**classe finale**).

```
final public class A { }
```

Remarque(s)

La classe String est une classe finale.

On peut empêcher la redéfinition d'une méthode d'instance d'une classe dans une de ses sous-classes en la déclarant **final**.

```
public class A {  
    final public void f() {}  
}  
  
public class B extends A {  
    // on ne peut pas redéfinir f() !  
}
```

L'héritage

Polymorphisme et héritage

Principes du polymorphisme

Protocoles et polymorphisme

Les protocoles standards

Downcasting : la fin du polymorphisme.

Le polymorphisme impose des limites à l'héritage

Redéfinition de méthode de classe

Classes et méthodes abstraites

Interfaces

L'héritage

Polymorphisme et héritage

Principes du polymorphisme

Protocoles et polymorphisme

Les protocoles standards

Downcasting : la fin du polymorphisme.

Le polymorphisme impose des limites à l'héritage

Redéfinition de méthode de classe

Classes et méthodes abstraites

Interfaces

Définition

*Le **polymorphisme** peut être vu comme la capacité de choisir dynamiquement la méthode qui correspond au type réel de l'objet.*

Principe POO : Polymorphisme

Si la classe B hérite de la classe A

- ▶ Classe B "EST-UN" Classe A
- ▶ toute méthode m de A peut-être invoquée sur une instance de la classe B (+ transitivité sur l'héritage de A)

Le **polymorphisme** consiste à exploiter cela en fournissant un B dans les expressions "qui attendent" un A.

```
// un homme est un animal  
Animal anim1 = new Homme("Caïn", false);  
// un chat aussi  
Animal anim2 = new Chat("Européen");  
System.out.println(anim1.getNom());  
System.out.println(anim2.getNom());  
// un animal n'est pas nécessairement un homme  
Homme h = anim1 ;
```

Choix de la méthode : liaison dynamique

```
public class Point {
    private int x,y;
    ...
    public String toString() {
        return "(" + x + "," + y + ")";
    }
}

public class PointCouleur extends Point {
    private byte couleur;
    ...
    public String toString() {
        // Mauvaise pratique
        return "(" + x + "," + y + ")" +
            " de couleur " + this.couleur ;
    }
}
```

Choix de la méthode : liaison dynamique

```
public class Point {
    private int x,y;
    ...
    public String toString() {
        return "(" + x + "," + y + ")";
    }
}

public class PointCouleur extends Point {
    private byte couleur;
    ...
    public String toString() {
        // Bonne pratique
        return super.toString() +
            " de couleur " + this.couleur ;
    }
}
```

Choix de la méthode : liaison dynamique (suite)

```
public class TraceurDeLigne {
    public static void main(String[] args) {
        Point[] tab = new Point[3];
        tab[0] = new PointCouleur(2,3,bleu);
        tab[1] = new PointCouleur(3,5,vert);
        tab[2] = new PointCouleur(4,7,rouge);
        System.out.println("Ma ligne : " );
        for (Point p : tab)
            System.out.println(" - "+p.toString()+"\n");
    }
}
```

```
java TraceurDeLigne
```

Choix de la méthode : liaison dynamique (suite)

```
public class TraceurDeLigne {  
    public static void main(String[] args) {  
        Point[] tab = new Point[3];  
        tab[0] = new PointCouleur(2,3,bleu);  
        tab[1] = new PointCouleur(3,5,vert);  
        tab[2] = new PointCouleur(4,7,rouge);  
        System.out.println("Ma ligne : " );  
        for (Point p : tab)  
            System.out.println(" - "+p.toString()+"\n");  
    }  
}
```

```
java TraceurDeLigne  
Ma ligne :  
- (2,3) de couleur bleu  
- (3,5) de couleur vert  
- (4,7) de couleur rouge
```

Choix de la méthode : liaison dynamique (suite)

Si `p` référence une `PointCouleur`, quelle méthode `toString()` va être invoquée ?

1. La méthode `toString()` est définie dans `Point`
2. Mais elle est *spécialisée* dans `PointCouleur`

C'est la version la plus spécialisée (`PointCouleur.toString()`) qui est invoquée car la recherche de la méthode débute dans la classe effective de l'objet référencé par `p`

La recherche est menée à l'exécution et ce mécanisme est appelé la **liaison dynamique**.

Lorsqu'une méthode est spécialisée dans une sous-classe, sa visibilité peut être augmentée (ex. **protected** → **public**) mais elle ne peut pas être réduite (ex. **public** ↯ **private**)

Écrire du code polymorphe : le problème

On veut coder une classe Zoo qui aura plusieurs cages permettant d'accueillir différents types d'animaux. Il faut donc implémenter une classe Cage permettant de contenir tous ces animaux.

```
public class Zoo {  
    public static void main (String[] args) {  
        Cage uneCage1 = new Cage(...);  
        Cage uneCage2 = new Cage(...);  
  
        // On ajoute un lion  
        Lion unLion = new Lion(...);  
        uneCage1.accueillir(unLion);  
  
        // On ajoute un singe  
        Singe unSinge = new Singe (...);  
        uneCage2.accueillir(unSinge);  
    }  
}
```

Écrire du code polymorphe : la mauvaise solution

```
public class Cage {  
    public void accueillir(Lion l) {  
        ...  
    }  
    public void accueillir(Singe s) {  
        ...  
    }  
}
```

Ici, la surcharge est une très mauvaise solution

- ▶ Si une nouvelle espèce animale doit être prise en compte, il faudra modifier le code de la classe Cage

Écrire du code polymorphe : la bonne solution

La bonne solution consiste à utiliser le **polymorphisme**, en implémentant une méthode accueillir générique pour tout les animaux.

Son paramètre étant de type `Animal` on pourra l'appeler avec une référence de `Lion` ou de `Singe`.

```
public class Cage {  
    public void accueillir(Animal a) {  
        System.out.println(a.getNom( ) + "est en cage");  
        ...  
    }  
}
```

L'héritage

Polymorphisme et héritage

Principes du polymorphisme

Protocoles et polymorphisme

Les protocoles standards

Downcasting : la fin du polymorphisme.

Le polymorphisme impose des limites à l'héritage

Redéfinition de méthode de classe

Classes et méthodes abstraites

Interfaces

Motivation

Nouvelle spécification à prendre en compte : *tous les animaux ne peuvent pas aller en cage*

La méthode `Cage.accueillir()` doit être à même de détecter les animaux ne pouvant l'être

```
public class Zoo {  
    public static void main (String[] args) {  
        Cage uneCage1 = new Cage(...);  
        Homme unHomme = new Homme(...);  
        uneCage1.accueillir(unHomme); // => il refuse !!!  
    }  
}
```

Première solution

```
public class Cage {  
    ...  
    public void accueillir(Animal a) {  
        if (a instanceof Homme)  
            System.out.println(a.getNom( )  
                                + "refuse d'aller en cage");  
        return;  
    }  
    ...  
}
```

Très mauvaise solution

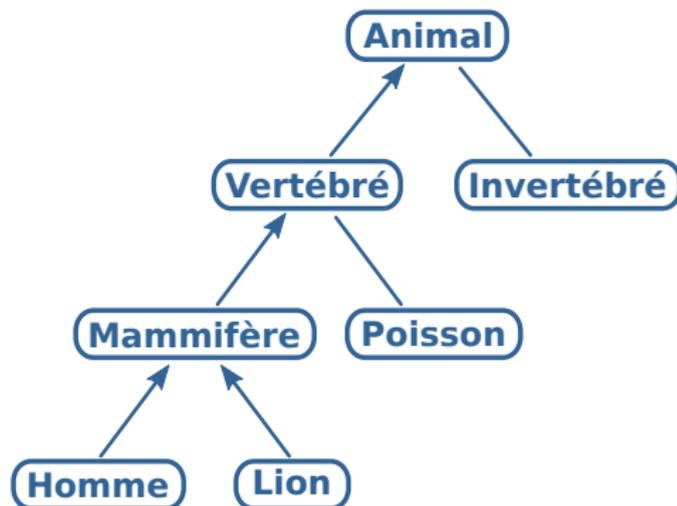
- ▶ Des connaissances propres à la classe Homme sont dans la classe Cage
- ▶ si une nouvelle espèce animale refuse d'aller en cage, il faudra modifier le code de la classe Cage

Mise en place d'un protocole

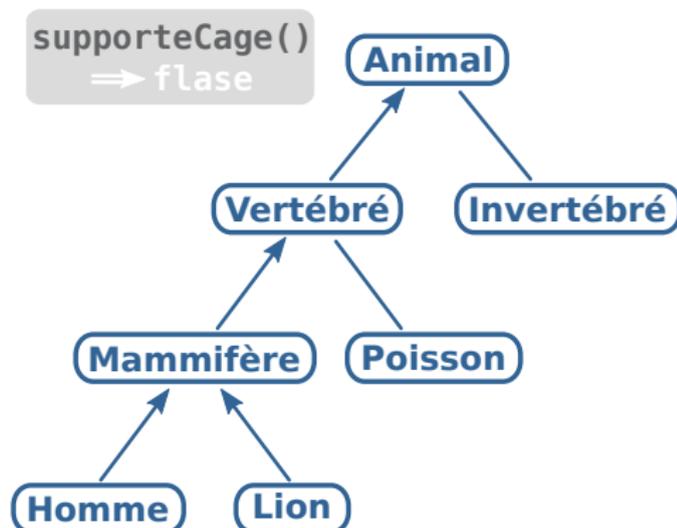
```
public class Cage {  
    ...  
    public void accueillir (Animal a) {  
        if (!a.supporteCage()) {  
            System.out.print(a.getNom());  
            System.out.println(" refuse d'aller en cage");  
            return;  
        }  
        ...  
    }  
}
```

- ▶ Tout animal doit pouvoir répondre à ce protocole
- ▶ Nous allons implémenter le protocole dans la hiérarchie de racine `Animal`, en utilisant l'héritage et en spécialisant lorsque c'est nécessaire

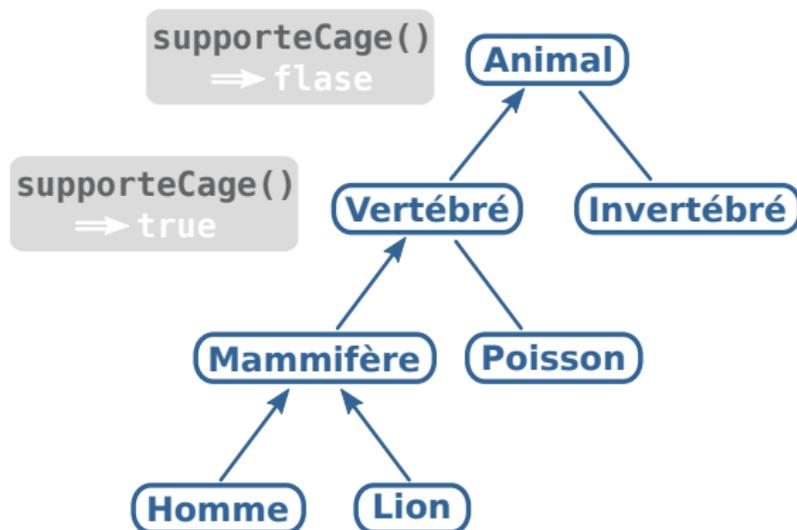
Protocole dans l'arbre d'héritage



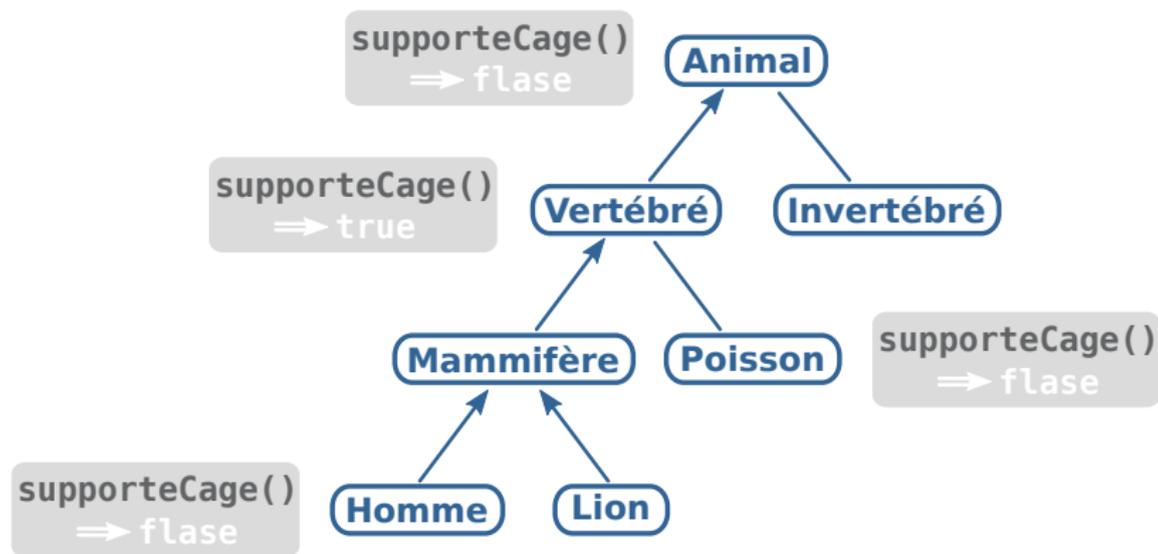
Protocole dans l'arbre d'héritage



Protocole dans l'arbre d'héritage



Protocole dans l'arbre d'héritage



Mise en place d'un protocole

```
public class Animal {
    ...
    public boolean supporteCage() { return false; }
}

public class Vertébré extends Animal {
    ...
    public boolean supporteCage() { return true; }
}

public class Homme extends Mammifère {
    ...
    public boolean supporteCage() { return false; }
}

public class Zoo {
    public static void main (String[] args) {
        Cage uneCage1 = new Cage(...);
        uneCage1.accueillir(new Lion(...));
        // Génère un appel à Vertébré.supporteCage();
    }
}
```

L'héritage

Polymorphisme et héritage

Principes du polymorphisme

Protocoles et polymorphisme

Les protocoles standards

Downcasting : la fin du polymorphisme.

Le polymorphisme impose des limites à l'héritage

Redéfinition de méthode de classe

Classes et méthodes abstraites

Interfaces

Retour sur les protocoles standards

```
public class Zoo {
    public static void main (String[] args) {
        Cage[10] lesCages ;
        Lion unLion = new Lion(...);
        lesCages[0].accueillir(unLion);
        Singe unSinge = new Singe (...);
        lesCages[1].accueillir(unSinge);

        for (Cage c : lesCages) {
            System.out.println(c.contenu());
            if (unLion.equals(c.contenu())
                System.out.println("J'ai trouve le lion");
        }
    }
}
```

- ▶ La classe Lion ne dispose pas de méthode equals(), pourquoi n'y a-t-il pas d'erreur de compilation ?
- ▶ Où est l'appel la méthode toString() de Animal ?

Le protocole toString()

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

```
public class System {  
    public static PrintStream out;  
    ...  
}
```

```
public class PrintStream {  
    public void print (Object arg) {  
        print(arg.toString());  
    }  
    ...  
}
```

Le protocole toString() – suite

- ▶ La classe `Object` est la racine de l'unique arbre d'héritage
- ▶ La classe `Animal` hérite (implicitement) de la classe `Object`
- ▶ Il suffit de spécialiser la méthode `toString()` dans vos classes pour qu'un objet de type `PrintStream` (tel que `System.out`) puisse afficher vos instances

```
public class Animal {  
    ...  
  
    @Override  
    public String toString() {  
        return this.getNom() ;  
    }  
  
}
```

Le protocole equals()

La classe `Object` dispose d'une méthode `equals()`

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

Elle ne retourne **true** que si les deux références désignent le même objet

Le protocole equals() – suite

Le protocole equals() est employé dans les paquetages standards pour comparer les objets entre eux. Extrait de la documentation de `java.util.Arrays` :

```
public static boolean equals(Object[] a, Object[] a2)
```

Returns true if the two specified arrays of Objects are equal to one another. The two arrays are considered equal if both arrays contain the same number of elements, and all corresponding pairs of elements in the two arrays are equal.

Two objects e1 and e2 are considered equal if

```
(e1==null ? e2==null : e1.equals(e2))
```

In other words, the two arrays are equal if they contain the same elements in the same order. Also, two array references are considered equal if both are null.

Spécialisation de equals() dans vos classes

```
public class Coordonnée {
    private int x, y;
    ...
    public boolean equals(Object obj) {
        // test sur les références
        if (this == obj)
            return true;
        if (obj == null)
            return false;
        // test sur les classes
        if (this.getClass() != obj.getClass())
            return false;
        // test sur les données
        Coordonnée other = (Coordonnée) obj;
        return (this.x == other.x && this.y == other.y);
    }
}
```

L'héritage

Polymorphisme et héritage

Principes du polymorphisme

Protocoles et polymorphisme

Les protocoles standards

Downcasting : la fin du polymorphisme.

Le polymorphisme impose des limites à l'héritage

Redéfinition de méthode de classe

Classes et méthodes abstraites

Interfaces

Upcasting : classe fille → classe mère

Définition

On appelle **surclassement** ou **upcasting** le fait d'enregistrer une référence d'une instance d'une classe B héritant d'une classe A dans une variable de type A. En java, cette opération est implicite et constitue la base du polymorphisme.

```
public class A { ... }  
  
public class B extends A { ... }  
  
A a = new B() // C'est de l'upcasting (surclassement).
```

On dit que a1 est une référence **surclassée** (elle est du type A et contient l'adresse d'une instance d'une sous-classe de A).

Downcasting : classe mère → classe fille

Définition

On appelle **déclassement** ou **downcasting** le fait de convertir une référence « surclassée » pour « libérer » certaines fonctionnalités cachées par le surclassement. En java, cette conversion n'est pas implicite, elle doit être forcée par l'opérateur de **cast** : **(<nomClasse>).**

```
public class A { ... }  
  
public class B extends A { ... }  
  
A a = new B(); // surclassement, upcasting  
B b = (B) a; // downcasting
```

Pour que la conversion fonctionne, il faut qu'à l'exécution le type réel de la référence à convertir soit B ou une des sous-classe de B!

Downcasting : mise en garde !

Attention

Le downcasting ne permet pas de convertir une instance d'une classe donnée en une instance d'une sous-classe !

```
class A { A() {}}  
  
class B extends A { B() {}}  
  
A a = new A();  
B b = (B) a;
```

Ça compile, mais ça plantera à l'exécution :

```
Exception in thread "main" java.lang.ClassCastException:  
    A cannot be cast to B
```

Downcasting : utilisation de **instanceof**

On peut utiliser le mot-clé **instanceof** pour savoir si une référence d'une classe donnée ou d'une de ces sous-classes.

Si *a* est une référence de type *B* alors l'expression *a instanceof A* renvoie **true** si *B* est une sous-classe de *A* et **false** sinon.

```
a = new B() ;  
if (a instanceof A) {  
    System.out.print  ("a référence un A,") ;  
    System.out.println ("ou une sous classe de A.");  
}
```

Remarque(s)

Attention, l'utilisation d'**instanceof** est souvent la marque d'un défaut de conception et va à l'encontre du polymorphisme.

Exemple : classe rendant un service générique.

```
public class Garage {
    Vehicule[] tab;
    int nbVehicules;

    Garage (int taille) {
        tab = new Vehicule[taille];
        nbVehicules = 0;
    }

    void entrerVehicule (Vehicule v) {
        if (nbVehicules < tab.length)
            tab[nbVehicules++] = v ;
    }

    Vehicule sortirVehicule () {
        if (nbVehicules > 0)
            return tab[--nbVehicules];
        else
            return null;
    }
}
```

Exemple : polymorphisme d'héritage

```
public class Vehicule {  
    ...  
}  
  
public class Moto extends Vehicule {  
    ...  
}  
  
public class Voiture extends Vehicule {  
    int temperature ;  
    ...  
    void augmenterChauffage(int deg) {  
        temperature += deg;  
    }  
}
```

Exemple : le downcast c'est la fin du polymorphisme

```
public class Main {
    public static void main (String[] args) {
        Individu moi = new Individu(...);
        Garage monGarage = new Garage(2) ;
        // Le polymorphisme permet de garer des
        // véhicules sans s'occuper de leurs types.
        monGarage.entrerVehicule (new Moto());
        monGarage.entrerVehicule (new Voiture());
        ...
        Vehicule unVehicule = monGarage.sortirVehicule();
        if (moi.avoirFroid()) {
            // Si on ne partage pas le garage, on sait
            // qu'on vient de sortir une voiture
            ((Voiture)unVehicule).augmenterChauffage(10);
        }
    }
}
```

L'héritage

Polymorphisme et héritage

Principes du polymorphisme

Protocoles et polymorphisme

Les protocoles standards

Downcasting : la fin du polymorphisme.

Le polymorphisme impose des limites à l'héritage

Redéfinition de méthode de classe

Classes et méthodes abstraites

Interfaces

Ce qu'on ne peut pas faire et ne pas faire

Pour permettre le polymorphisme :

⇒ une sous-classe doit pouvoir se faire passer pour sa mère

⇒ une fille doit pouvoir le faire tout ce que fait sa mère

On ne peut rien supprimer :

- ▶ On ne peut pas supprimer un membre ;
- ▶ Changer le type d'un attribut ;
- ▶ On ne peut pas réduire la visibilité d'un membre ;
- ▶ La covariance doit maintenir la compatibilité (slide suivant)

Par contre on peut toujours ajouter/modifier des choses :

- ▶ On peut ajouter des membres ;
- ▶ On peut redéfinir des méthodes ;
- ▶ On peut augmenter la visibilité d'un membre.

Problème de la covariance

Dans cet exemple de **covariance**, peut-on choisir Y librement ?

```
public class A {
    ...
    public X f(int x) {
        ...
    }
}

public class B extends A {
    ...
    @Override
    public Y f(int x) {
        ...
    }
}
```

Problème de la covariance

Dans cet exemple de **covariance**, peut-on choisir Y librement ?

```
public class A {
    ...
    public X f(int x) {
        ...
    }
}

public class B extends A {
    ...
    @Override
    public Y f(int x) {
        ...
    }
}
```

Limite de la covariance

```
public class Main {
    static void g (A a) {
        ...
        X x = a.f(3);
        ...
    }
    public static void main (String[] args) {
        A a = new A();
        g(a);
        a = new B();
        // Quelle version f sera executée dans cet appel ?
        g(a);
    }
}
```

C'est la version de B qui sera exécutée :

⇒ La référence de Y retournée doit être "compatible" avec X

⇒ La classe Y doit être un descendant de la classe X

Règle de covariance

Lorsque l'on fait de la redéfinition avec **covariance** :

*le nouveau type de retour doit toujours être
un sous-type du type de retour original.*

L'héritage

Polymorphisme et héritage

Principes du polymorphisme

Protocoles et polymorphisme

Les protocoles standards

Downcasting : la fin du polymorphisme.

Le polymorphisme impose des limites à l'héritage

Redéfinition de méthode de classe

Classes et méthodes abstraites

Interfaces

Overriding vs Hiding

Définition

On appelle en anglais « hiding », la **redéfinition d'une méthode de classe**. Son comportement diffère de l'« Overriding » qui est une redéfinition d'une méthode d'instance.

Contrairement aux méthodes d'instance, les appels aux méthodes de classe sont résolus statiquement à la compilation.

Si une instance est utilisée pour l'invocation, la classe utilisée sera celle du type déclaré **et non du type réel de l'objet**.

⇒ **Il n'y a pas de polymorphisme sur les méthodes de classe**

Avec des méthodes d'instances

```
public class Felide () {  
    String rugir() {  
        return "Miaou !!!";  
    }  
}
```

```
public class Lion extends Felide () {  
    String rugir() {  
        return "GRRRRRRR !!!" ;  
    }  
}
```

```
public class Savane {  
    public static void main (String[] args) {  
        Felide f = new Lion();  
        System.out.println("Le lion fait : " + f.rugir());  
    }  
}
```

```
java Savane
```

Avec des méthodes d'instances

```
public class Felide () {  
    String rugir() {  
        return "Miaou !!!";  
    }  
}
```

```
public class Lion extends Felide () {  
    String rugir() {  
        return "GRRRRRRR !!!" ;  
    }  
}
```

```
public class Savane {  
    public static void main (String[] args) {  
        Felide f = new Lion();  
        System.out.println("Le lion fait : " + f.rugir());  
    }  
}
```

```
java Savane  
Le lion fait : GRRRRRRR !!!
```

Avec des méthodes de classe

```
public class Felide () {  
    static String rugir() {  
        return "Miaou !!!";  
    }  
}
```

```
public class Lion extends Felide () {  
    static String rugir() {  
        return "GRRRRRRR !!!" ;  
    }  
}
```

```
public class Savane {  
    public static void main (String[] args) {  
        Felide f = new Lion();  
        System.out.println("Le lion fait : " + f.rugir());  
    }  
}
```

```
java Savane
```

Avec des méthodes de classe

```
public class Felide () {  
    static String rugir() {  
        return "Miaou !!!";  
    }  
}
```

```
public class Lion extends Felide () {  
    static String rugir() {  
        return "GRRRRRRR !!!" ;  
    }  
}
```

```
public class Savane {  
    public static void main (String[] args) {  
        Felide f = new Lion();  
        System.out.println("Le lion fait : " + f.rugir());  
    }  
}
```

```
java Savane  
Le lion fait : Miaou!!!
```

L'héritage

Polymorphisme et héritage

Classes et méthodes abstraites

Principes des classes abstraites

Exemple de classe abstraite

Interfaces

L'héritage

Polymorphisme et héritage

Classes et méthodes abstraites

Principes des classes abstraites

Exemple de classe abstraite

Interfaces

Motivation

```
public class Animation {  
    ...  
    public void faireManger(Animal a , Nourriture n) {  
        ...  
        a.manger(n);  
        ...  
    }  
    ...  
}
```

Pour que le polymorphisme marche/compile il faut :
introduire une méthode manger() dans la classe Animal

Problème

Quel comportement y décrire puisque la façon de manger dépend de l'espèce animale ?

Protocole sans implémentation par défaut

Spécification du protocole – *le plus haut possible dans l'arbre :*

```
public abstract class Animal {  
    ...  
    public abstract void manger(Nourriture n);  
    // pas de code associé  
}
```

Spécialisation du protocole – *là où c'est nécessaire dans l'arbre d'héritage*

```
public class Lion extends Mammifère {  
    ...  
    @Override  
    public void manger(Nourriture n) {  
        ... // code spécifique aux lions  
    }  
}
```

Définition

Un classe contenant *au moins* une méthode abstraite est appelée une **classe abstraite** et cela doit être *explicitement* précisé dans la déclaration avec : **abstract class**

Remarque(s)

- ▶ Une classe abstraite peut contenir des méthodes concrètes.
- ▶ Une classe peut être déclarée abstraite sans contenir de méthode abstraite.

Classe abstraite : instantiation et spécialisation.

Une classe abstraite constitue un type à part entière :

```
Animal unAnimal; // OK
```

Une classe abstraite ne peut pas être instanciée, car son comportement n'est pas complètement défini :

```
Animal unAnimal = new Animal (...); // ERREUR
```

Une sous-classe d'une classe abstraite peut :

- ▶ **implémenter** toutes les méthodes abstraites. Elle pourra alors être déclarée comme concrète et donc instanciée ;
- ▶ **ne pas implémenter** toutes ces méthodes abstraites. Elle reste alors nécessairement abstraite et ne pourra être instanciée ;
- ▶ **ajouter** d'autre(s) méthode(s) abstraite(s). Elle reste alors nécessairement abstraite et ne pourra être instanciée.

L'héritage

Polymorphisme et héritage

Classes et méthodes abstraites

Principes des classes abstraites

Exemple de classe abstraite

Interfaces

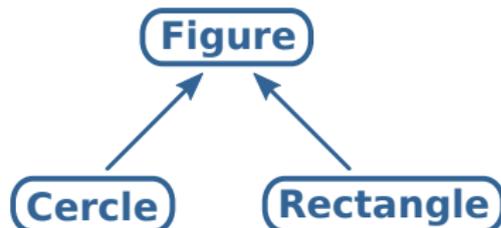
Exemple : mise en place d'un protocole pour un calcul d'aire

Cahier de charge :

- ▶ dessin un ensemble de figure quelconques
- ▶ l'aire d'un dessin c'est la somme de l'aire de ses figures

Solution :

- ⇒ faire du polymorphisme sur une méthode `aire()`
- ⇒ toutes les classes doivent disposer de cette méthode



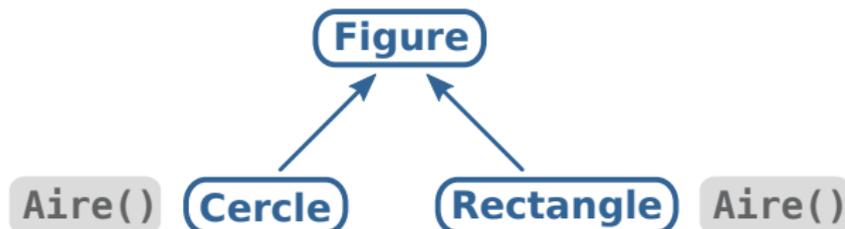
Exemple : mise en place d'un protocole pour un calcul d'aire

Cahier de charge :

- ▶ dessin un ensemble de figure quelconques
- ▶ l'aire d'un dessin c'est la somme de l'aire de ses figures

Solution :

- ⇒ faire du polymorphisme sur une méthode `aire()`
- ⇒ toutes les classes doivent disposer de cette méthode



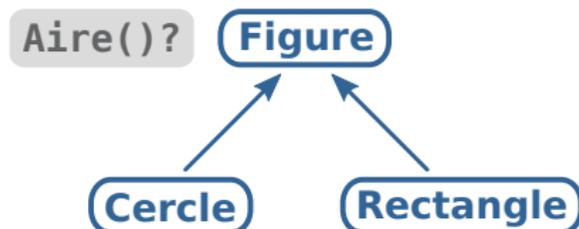
Exemple : mise en place d'un protocole pour un calcul d'aire

Cahier de charge :

- ▶ dessin un ensemble de figure quelconques
- ▶ l'aire d'un dessin c'est la somme de l'aire de ses figures

Solution :

- ⇒ faire du polymorphisme sur une méthode `aire()`
- ⇒ toutes les classes doivent disposer de cette méthode



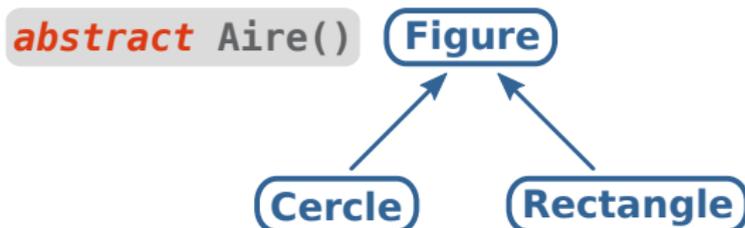
Exemple : mise en place d'un protocole pour un calcul d'aire

Cahier de charge :

- ▶ dessin un ensemble de figure quelconques
- ▶ l'aire d'un dessin c'est la somme de l'aire de ses figures

Solution :

- ⇒ faire du polymorphisme sur une méthode `aire()`
- ⇒ toutes les classes doivent disposer de cette méthode



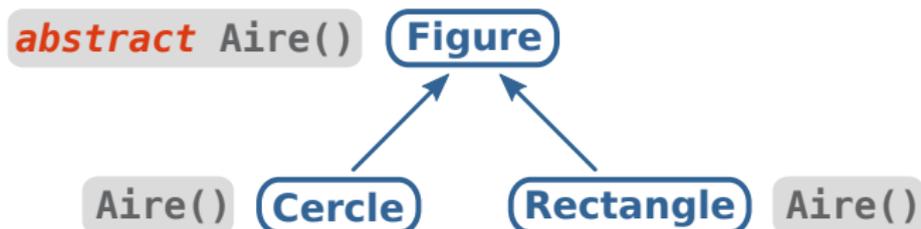
Exemple : mise en place d'un protocole pour un calcul d'aire

Cahier de charge :

- ▶ dessin un ensemble de figure quelconques
- ▶ l'aire d'un dessin c'est la somme de l'aire de ses figures

Solution :

- ⇒ faire du polymorphisme sur une méthode `aire()`
- ⇒ toutes les classes doivent disposer de cette méthode



Exemple : déclaration de la classe abstraite.

```
public abstract class Figure {
    private String nom;

    // Une classe abstraite ne peut pas être instanciée,
    // mais elle peut avoir un constructeur :
    public Figure(String nom) {
        this.nom=nom;
    }

    // Voilà la méthode abstraite à compléter :
    public abstract double aire();

    // Toutes les méthodes ne sont pas abstraites :
    public String quiSuisJe() {
        System.out.println("Je suis un " + this.nom);
    }
}
```

Exemple : première implémentation.

```
public class Cercle extends Figure {
    private double rayon;

    public Cercle(double rayon) {
        super("cercle");
        this.rayon = rayon;
    }

    public double aire() {
        return Double.PI * this.rayon * this.rayon;
    }
}
```

Exemple : deuxième implémentation.

```
public class Rectangle extends Figure {
    private double largeur;
    private double longueur;

    public Rectangle(double largeur, double longueur) {
        super("rectangle");
        this.largeur = largeur;
        this.longueur = longueur;
    }

    public double aire(){
        return this.largeur * this.longueur;
    }
}
```

Exemples du standard

Extrait de la documentation de `java.lang.Number` :

- ▶ The abstract class `Number` is the superclass of classes `BigDecimal`, `BigInteger`, `Byte`, `Double`, `Float`, `Integer`, `Long`, and `Short`.
- ▶ Subclasses of `Number` must provide methods to convert the represented numeric value to `byte`, `double`, `float`, `int`, `long`, and `short`.

```
public abstract int intValue();  
public abstract long longValue();  
public abstract float floatValue();  
...
```

L'héritage

Polymorphisme et héritage

Classes et méthodes abstraites

Interfaces

Préambule et définition

Déclaration et implémentation

Polymorphisme d'interface

Classe ou interface ?

Composition d'interfaces

L'héritage

Polymorphisme et héritage

Classes et méthodes abstraites

Interfaces

- Préambule et définition

- Déclaration et implémentation

- Polymorphisme d'interface

- Classe ou interface ?

- Composition d'interfaces

Problèmes à résoudre :

- ▶ assurer qu'un ensemble de classes offre un service minimum commun.
- ▶ faire du polymorphisme avec des objets dont les classes n'appartiennent pas à la même hiérarchie d'héritage.
- ▶ utilisation d'objets sans connaître leur type réel.

Solution :

- ▶ la définition d'un type complètement abstrait nommé **interface** (notion de **contrat**).

Quand **toutes les méthodes** d'une classe sont **abstraites** et qu'il n'y a **aucun attribut**, on aboutit à la notion d'interface.

Définition

- ▶ Une **interface** est un prototype de classe. Elle définit la signature des méthodes qui doivent être implémentées dans les classes construites à partir de ce prototype.
- ▶ Une **interface** est une "classe" purement abstraite dont toutes les méthodes sont abstraites et publiques. Les mots-clés **abstract** et **public** sont optionnels.

L'héritage

Polymorphisme et héritage

Classes et méthodes abstraites

Interfaces

Préambule et définition

Déclaration et implémentation

Polymorphisme d'interface

Classe ou interface ?

Composition d'interfaces

Déclaration : syntaxe

La définition d'une interface se présente comme celle d'une classe, en utilisant le mot-clé **interface** à la place de **class**.

```
public interface Comparable {  
    public abstract boolean plusGrand(Object o);  
}  
  
public interface Tracable {  
    void dessineToi();  
    void deplaceToi(int x,int y);  
}
```

Remarque(s)

Dans les déclarations des méthodes de la classe Tracable, les mots clés **public** et **abstract** sont implicites, mais **ce n'est pas recommandé**.

Déclaration : règles

Comme les classes abstraites, les interfaces ne sont pas instanciables :

- ▶ Une interface ne possède pas d'attribut instance.
- ▶ Une interface n'a pas de constructeur.

Le but des interfaces est définir des API :

- ▶ toutes leurs méthodes sont **public**. Elles ne définissent pas les mécanismes internes

```
public abstract int f();
```

- ▶ tout leurs attributs de classe sont des constante, c'est-à-dire définir des attributs déclarées comme **public static final** et ayant une valeur constante d'affectation. Exemple :

```
public static final float PI = 3.14f;
```

Implémentation d'une interface

Définition

On dit qu'une classe **implémente** une interface si elle définit l'ensemble des méthodes abstraites de cette interface. On utilise alors, dans l'entête de la classe, le mot-clé **implements** suivi du nom de l'interface implémetée.

```
class Personne implements Comparable {
    private String nom;
    private String prenom;
    ...
    public boolean plusGrand(Object o) {
        return this.nom.compareTo(((Personne)o).nom) ||
            this.prenom.compareTo(((Personne)o).prenom) ;
    }
}
```

Attention

La classe doit implémenter **toutes** les méthodes de l'interface, sinon elle doit être déclarée **abstract**.

```
abstract class Cercle implements Tracable {
    private int xCentre, yCentre;
    private int rayon;
    ...
    public void deplaceToi(int x, int y) {
        xCentre += x ;
        yCentre += y ;
    }
}
```

L'héritage

Polymorphisme et héritage

Classes et méthodes abstraites

Interfaces

Préambule et définition

Déclaration et implémentation

Polymorphisme d'interface

Classe ou interface ?

Composition d'interfaces

Une interface peut remplacer une classe pour déclarer :

- ▶ un attribut
- ▶ une variable
- ▶ un paramètre
- ▶ une valeur de retour

A l'exécution, la donnée correspond à une référence d'un objet dont la classe implémente l'interface.

C'est suivant le type réel de cet objet que l'on choisira le code des méthodes à exécuter.

Exemple d'utilisation comme type de données.

```
public class Main {
    public static void main (String[] args) {
        Comparable var1, var2;
        ...
        if (var1.plusGrand(var2)) {
            System.out.println("Var1 est plus grand que var2");
        } else {
            System.out.println("Var1 est plus petit que var2");
        }
    }
}
```

Ici les variables `var1` et `var2` contiennent des références vers des objets dont les classes :

- ▶ peuvent être différentes
- ▶ implémentent l'interface `Comparable`

Exemple de polymorphisme dans un tableau

```
public class ListeElements {
    Comparable[] tab;
    int nbElements = 0;
    ...

    public void addElement (Comparable e) {
        tab[nbElements] = e;
        nbElements++;
    }

    public boolean croissant() {
        for (int i = 1; i < nbElements ; i++) {
            if (tab[i-1].plusGrand(tab[i]))
                return false;
        }
        return true;
    }
}
```

L'héritage

Polymorphisme et héritage

Classes et méthodes abstraites

Interfaces

Préambule et définition

Déclaration et implémentation

Polymorphisme d'interface

Classe ou interface ?

Composition d'interfaces

Choix entre classe et interface : principe

Une interface peut servir à faire du polymorphisme comme l'héritage, alors comment choisir entre classe et interface ?

- 1. Choix dicté par l'existant** : L'héritage n'est plus possible, la classe hérite déjà d'une autre classe. Il ne reste plus que celui l'interface.
- 2. Choix à la conception** : On étudie la relation entre A et B ?
 - ▶ Un objet de classe B **"EST UN"** A
⇒ Héritage : B **extends** A.
 - ▶ Un objet de classe B **"EST CAPABLE DE FAIRE"** A
⇒ Interface : B **implements** A.

Choix entre classe et interface : exemple

Une grenouille **"EST UN"** amphibien :

```
class Grenouille extends Amphibien {  
    ...  
}
```

Une grenouille **"EST CAPBLE DE FAIRE"** amphibie :

```
class Grenouille implements Amphibie {  
    ...  
}
```

L'héritage

Polymorphisme et héritage

Classes et méthodes abstraites

Interfaces

Préambule et définition

Déclaration et implémentation

Polymorphisme d'interface

Classe ou interface ?

Composition d'interfaces

Implémentation de plusieurs interfaces

Une classe peut :

hériter d'une autre classe **ET** implémenter une interface

```
class Grenouille extends Batracien implements Amphibie {  
    ...  
}
```

Une classe peut :

implémenter **plusieurs** interfaces

```
class Grenouille implements SurTerre, SurEau {  
    ...  
}
```

Extension d'une interface

Lorsqu'une capacité est une extension d'une autre capacité, on peut étendre une interface en utilisant le mot clé **extends** :

```
interface SavoirConduire {  
    ...  
}  
  
interface SavoirPiloter extends SavoirConduire {  
    public abstract void deraper (int degre) ;  
}
```

Composition de plusieurs interfaces

Lorsqu'une capacité est un ensemble des capacités, on peut faire de la composition d'interfaces en utilisant le mot clé **extends** :

```
interface Amphibie extends SurTerre, SurEau {  
    ...  
}
```

Attention

Même si l'on utilise le même mot clé que pour l'héritage, **ce n'est pas de l'héritage multiple** qui n'existe pas en Java.

Polymorphisme d'interfaces

Comme pour les classes, on peut faire du **polymorphisme d'interfaces**.

```
public class Chauffeur extends Homme implements SavoirConduire {
    ...
}

public class Pilote extends Homme implements SavoirPiloter {
    ...
}

public class Course {
    public static void main (String[] args) {
        SavoirConduire[10] participants;

        Chauffeur julien = new Chauffeur () ;
        Pilote sebastienLoeb = new Pilote () ;

        participants[0] = julien ;
        participants[1] = sebastienLoeb ;
    }
}
```