
NFP121, Cnam/Paris
Cours 5-2
Java et Généricité

Cnam Paris
jean-michel Douin
version du 24 Octobre 2016

Notes de cours java : Généricité en Java

Sommaire

- **Généricité**
 - Pourquoi, éléments de syntaxe
- **Collection / Conteneur**
 - Homogénéité
- **Comment ?**
 - À la compilation
- **Patterns et généricité, *optionnelle***
 - Observateur, MVC
- **Conclusion**
- **Quiz**
 - À l'origine <http://www.grayman.de/quiz/java-generics-en.quiz>

Bibliographie et outils utilisés

- Tutoriel sur la généricité en Java, indispensable
 - <http://www.eecs.qmul.ac.uk/~mmh/APD/bloch/generics.pdf>
 - **La génèse en** <https://www.csie.ntu.edu.tw/~htlin/course/oop10spring/doc/generics-tutorial.pdf>
- MVC et généricité
 - <http://www.onjava.com/pub/a/onjava/2004/07/07/genericmvc.html>
- Journal of Object Technology <http://www.jot.fm>
 - http://www.jot.fm/issues/issue_2004_08/column1/column1.pdf
 - http://www.jot.fm/jot/issues/issue_2004_08/column8/index.html
- Variance en POO
 - <http://www.sato.kuis.kyoto-u.ac.jp/~igarashi/papers/variance.html>
- Diagnosing Java code: Java generics without the pain **part 1..4**
 - <http://www-106.ibm.com/developerworks/java/library/j-djc02113.html>
- Une liste de références établies par Angelika Langer
 - <http://www.langer.camelot.de/Resources/Links/JavaGenerics.htm>
 - http://www.ftponline.com/javapro/2004_03/online/jgen_kkreft_03_03_04/
 - http://www.ftponline.com/javapro/2004_03/online/j2ee_kkreft_03_10_04/
- Optimizing Web Services Using Java, Part I - Generic Java and Web services
 - <http://www.sys-con.com/webservices/article.cfm?id=736&count=5205&tot=4&page=2>
- Un quiz après lecture et mises en œuvre,   faire
 - <http://www.grayman.de/quiz/java-generics-en.quiz>
- Enforce strict type safety with generics (Create a simple event dispatcher using generics)
 - <http://www.javaworld.com/javaworld/jw-09-2004/jw-0920-generics.html>
- Generics in J2SE 5.0, Dave Landers, BEA Systems, Inc
 - <http://dave.srednal.com/softwaresummit/generics.pdf>
- Cours GLG203/2009 de Louis Dewez

Généricité : Introduction

- **Motivation**
- **Inférence de type**
 - Principe d '*erasure*, à la compilation
 - pas de duplication de code (différent des templates de C++)
- **Aucune incidence sur la JVM**
 - les *cast* restent en interne mais deviennent sûrs (sans levée d'exceptions)
 - mais ce n'est pas sans incidence...

Généricité : Motivation

- **Tout est *Object* ==> non sûr**
 - Une collection d'*object* peut être une collection hétérogène
- **Exemple:**
 - `List l = new ArrayList();`
 - `l.add(new Integer(0));`

 - **`String s = (String) l.get(0);`**
 - // compilation : cast obligatoire, `l.get(0)` retourne un « Object »
 - // exécution : **ClassCast Exception est levée !**

 - idem lors de l'usage d'un itérateur, (`java.util.Iterator`)
 - la méthode `next()` retourne un `Object`
 - `String s = (String)c.iterator().next();`

Généricité / Généralités

- Le type devient un « paramètre de la classe »,
- Le compilateur vérifie alors l'absence d'ambiguïtés,
- C'est une analyse statique (et uniquement),
- Cela engendre une inférence de types à la compilation.

```
public class UneCollection<T>{ // contenant un seul élément
    private T elt;
    public void setElt(T elt){ this.elt = elt;}
    public T getElt(){ return elt;}
}
```

```
UneCollection<Integer> c1 = new UneCollection<Integer>();
Integer i = c1.getElt();
```

```
UneCollection<String> c2 = new UneCollection<String>();
String s = c2.getElt();
```

Un premier exemple <T>

```
public class Couple<T>{                                     // un couple homogène
    private T a;
    private T b;

    public Couple(T a, T b){
        this.a = a;
        this.b = b;
    }

    public void échange(){
        T local = a;
        a = b;
        b = local;
    }

    public String toString(){return "(" + a + ", " + b + "";}
    public T getA(){ return this.a;}
    public T getB(){ return this.b;}
    public void setA(T a){ this.a=a;}
    public void setB(T b){ this.b=b;}
}
```

Premier exemple : utilisation

```
Couple<String> c1 = new Couple<String>("fou", "reine");
```

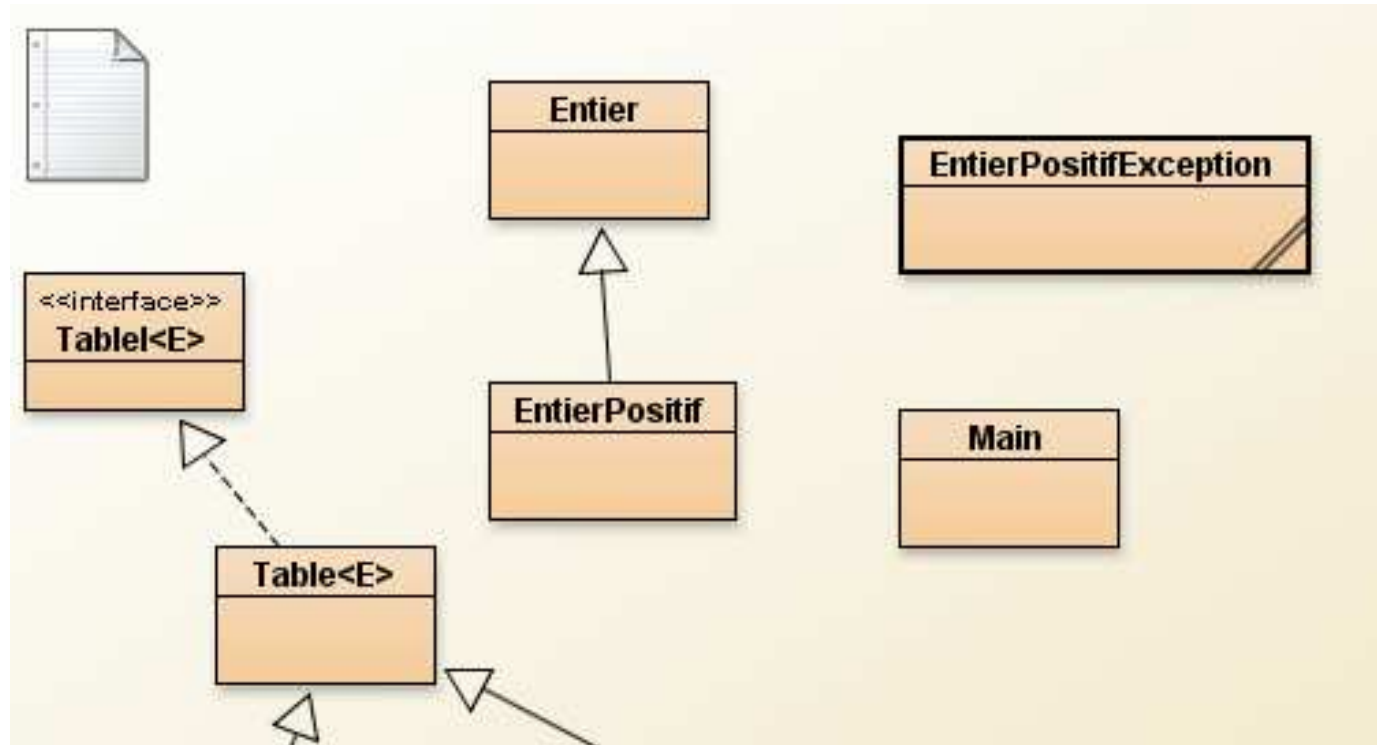
```
Couple<Integer> c = new Couple<Integer>(new Integer(5), new Integer(6));  
c.échange();  
Integer i = c.getA();
```

```
Couple<Object> c2 = new Couple<Object>(new Integer(5), new String("cheval"));  
Object o = c2.getA(); // ce sont des « Object »
```

divers

```
Couple<Integer> c = new Couple<Integer>(5, 7); // auto boxing du 1.5...  
Couple<int> c = new Couple<int>(5, 7); // erreur de syntaxe,  
// types primitifs non autorisés
```


Un autre exemple d'utilisation...



```
public interface TableI<E> extends Iterable<E>{  
  
    public void ajouter(E e);  
    public E lire(int index);  
}
```

Utilisation suite

```
TableI<Entier> t = new Table<Entier>();
```

```
t.ajouter(new Entier(3));
```

```
t.ajouter(new EntierPositif(3));
```

```
Entier e = t.lire(0);
```

```
TableI<Object> to = new Table<Object>();
```

```
to.ajouter(new Entier(3));
```

```
TableI<Integer> ti = new Table<Integer>();
```

```
ti.ajouter(new Integer(3));
```

Constats

- **Nous avons :**
 - **Object** o = ...;
 - **Integer** i = ...;
 - o = i ; // correct !

 - **Object[]** to = ...;
 - **Integer[]** ti = ...;
 - to = ti; // correct !

 - **Couple<Object>** co = ...;
 - **Couple<Integer>** ci = ...;
 - co = ci; // ???

 - **Table<Object>** to = ...;
 - **Table<Integer>** ti = ...;
 - to = ti; // ???

Constats, Questions

- **Nous avons :**

- **Object o = ...;**
- **Integer i = ...;**
- **o = i ; // correct !**

- **Object[] to= ...;**
- **Integer[] ti= ...;**
- **to = ti; // correct !**

- **Avons nous ?**

- **Couple<Object> co= ...;**
- **Couple<Integer> ci= ...;**
- **co = ci; // incorrect ! ????????**

Couple<Object> = Couple<Integer> ?

```
Couple<Object> c = new Couple<Object>(...)
```

```
Couple<Integer> c1 = new Couple<Integer>(...);
```

```
c = c1; // Couple<Object> affecté par un Couple<Integer>
```

**incompatible types - found
Couple<java.lang.Integer> but expected
Couple<java.lang.Object>**

```
- c = c1; // incorrect !!!!!
```

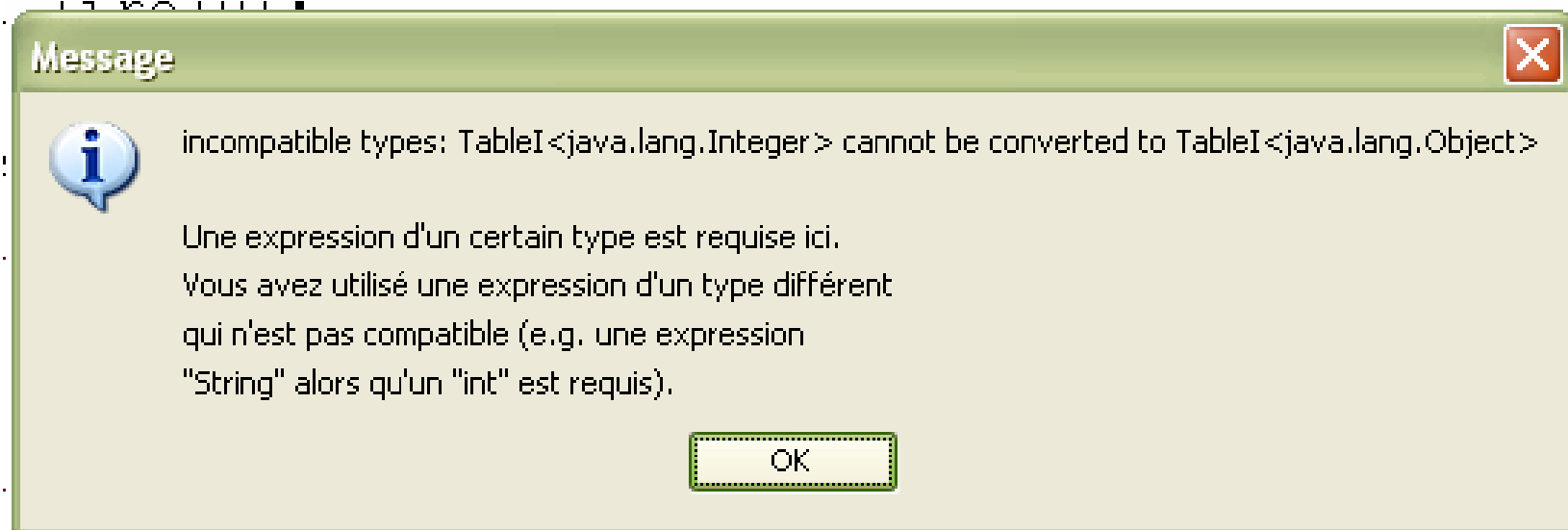
Table<Object> = Table<Integer> ?

```
TableI<Object> to = new Table<Object>(…)
```

```
TableI<Integer> t1 = new Table<Integer>(…);
```

```
to = t1;
```

```
// Table<Object> affecté par un Table<Integer>
```



Par l'absurde, si cela était possible

```
Couple<Object> c = new Couple<Object>(...)
```

```
Couple<Integer> c1 = new Couple<Integer>(...);
```

si **c = c1**; était possible

nous pourrions écrire

- **c.setA(new Object());**
- **Integer i = c1.getA();** */// !!!! Integer = Object !!!*

donc

Couple<Object> ne peut recevoir qu'un **Couple<Object>**

Collection<Object> ne peut recevoir qu'une **Collection<Object>**

```
public static void afficher(java.util.Collection<Object> c){  
    for( Object o : c)  
        System.out.println(o);  
}
```

ne peut qu'afficher qu'une `java.util.Collection<Object>` et rien d'autre

```
public static void afficher(java.util.Collection<Couple<Object>> c){  
    for(Couple<Object> o : c)  
        System.out.println(o);  
}
```

ne peut afficher qu'une **Collection de couple d'Object** et rien d'autre,

Donc ...

```
public static void afficher(java.util.Collection<Boolean> c){  
    for( Boolean o : c)  
        System.out.println(o);  
}
```

ne peut qu'afficher qu'une `java.util.Collection<Boolean>` et rien d'autre

```
public static void afficher(java.util.Collection<Couple<Boolean>> c){  
    for(Couple<Boolean> o : c)  
        System.out.println(o);  
}
```

- ne peut afficher qu'une **Collection de couple de booléen** et rien d'autre !!!!
- Et Tablel et les List ?

Couple et List<Object> = List<String> idem

```
List<Object> t = ...;
```

```
List<String> s = ...; // String extends Object
```

```
t=s; // si cette affectation était possible
```

```
t.set(0,new Object());
```

```
String s = s.get(0); // nous aurions une erreur ici
```

Contraignant n'est-ce pas ?

Et pourtant les tableaux

```
String[] s = new String[1];  
Object[] t = s; // ok
```

Nous avons la covariance des tableaux en java

Mais nous avons bien une erreur ici à l'exécution

```
t[0] = new Boolean(true); // compilation réussie  
// A l'exécution : exception
```

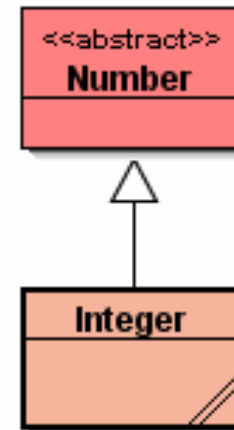
cette affectation déclenche une exception **ArrayStoreException**
t est contraint à ne recevoir que des String ...

[http://en.wikipedia.org/wiki/Covariance_and_contravariance_\(computer_science\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Covariance_and_contravariance_(computer_science))

Déjà vu : Covariance NFP121, cours 3-1

```
public class A{  
    public Number f(){ return 0; }  
}
```

```
public class B extends A{  
    @Override  
    public Integer f(){ return 1; }  
}
```



```
A a = new B();  
Number n = a.f(); //Integer extends Number
```

- // n peut recevoir n'importe quelle instance d'une classe fille de Number,
- // et quelque soit le type constaté de a

- **Covariance ici**

Le type de retour de la méthode redéfinie peut être un sous-type de celui de la classe mère

<?> à la rescousse

Collection<Object> ne peut recevoir qu'une **Collection<Object>**

Alors joker '?'

```
public static void afficher(java.util.List<?> c){
```

```
    for( Object o : c)
        System.out.println(o);
}
```

```
    afficher(new java.util.ArrayList<Object>());
    afficher(new java.util.ArrayList<Integer>());
```

```
    List<?> l = new ArrayList<Integer>();
```

Mais

<?> la contre-partie <?>

? Représente le type inconnu et si le type est inconnu (analyse statique) alors

```
public static void ajouter(java.util.Collection<?> c, Object o){  
    c.add( o);  
}
```

engendre cette erreur de compilation

– **add(capture of ?) in java.util.Collection<capture of ?> cannot be applied to (java.lang.Object)**

*Le compilateur ne peut supposer que o est un bien un sous-type de ?
(ce qui sera transmis...)*

si cela était possible nous pourrions écrire

```
Collection<String>cs = ...;  
ajouter(cs, new Integer(1)); // arghh
```

<?> confer (cf.) l'exemple sur wikipedia

- `List<String> a = new ArrayList<String>();`
- `a.add("truc");`

- `List<?> b = a;` // ici b est déclarée **une liste de n'importe quoi**

- `Object c = b.get(0);`
// **correct**, le type "?" est bien (ne peut-être qu') un sous-type de `Object`

- // **mais** l'ajout d'un entier à b.
- `b.add(new Integer (1));`
// engendre bien une erreur de compilation, « signature inconnue »
// il n'est pas garanti que `Integer` soit un sous-type du paramètre "?"

- `String s = b.get(0);`
// **incorrect**, il n'est pas garanti que `String` soit un sous-type du paramètre "?"

- `b.add(new Object());`
- // **incorrect**, il n'est pas garanti que `Object` soit compatible avec "?"
- `b.add(null);`
// **correct**, c'est la seule exception

[http://en.wikipedia.org/wiki/Covariance_and_contravariance_\(computer_science\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Covariance_and_contravariance_(computer_science))

Tout est <?> , le super type, covariance...

- **Couple<?> c = new Couple<Integer>();**

Attention, inférence de c en Couple<Object>

- **Object o = c.getA();**

et non

- **Integer o = c.getA();** *// erreur de compilation !*
- **c.setA(new Integer(3));** *// erreur de compilation !, rappel*

Contraintes

quelles contraintes sur l'arbre d'héritage

- ? extends T
 - ? super T
 - <?>
-
- {co|contra|bi|in}variance Voir : Introducing Variance into the Java Programming Language. A quick Tutorial. C.Plesner Hansen, E. Ernst, M. Torgesen, G. Bracha, June 2003 (<http://fpl.cs.depaul.edu/ajeffrey/se580/pdf/VJGenerics.pdf>) et
 - <http://www.sato.kuis.kyoto-u.ac.jp/~igarashi/papers/variance.html>

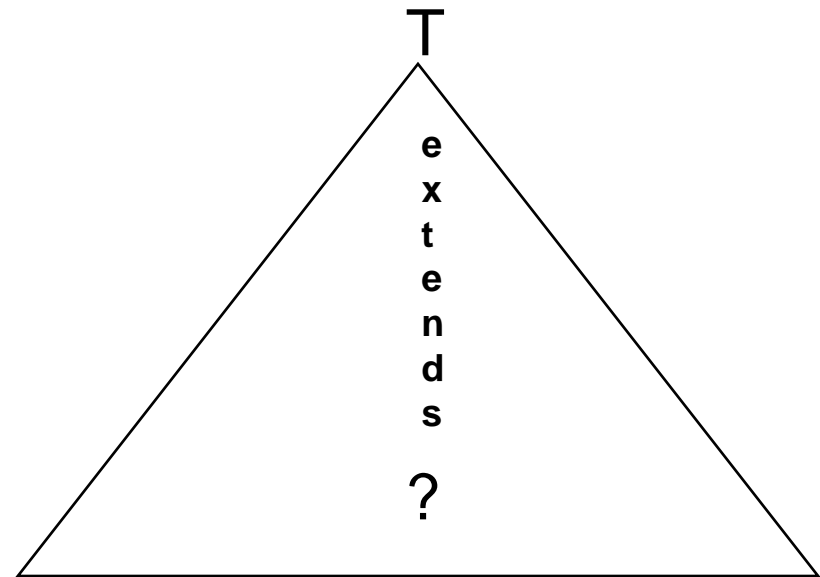
? extends T

- ? extends T
 - T représente la borne supérieure (super classe)
 - Syntaxe:
`Vector<? extends Number> vn = new Vector<Integer>();`

Integer est une sous classe de Number alors

Vector<Integer> est une sous classe de Vector<? extends Number>

*La classe $C<T>$ est en covariance dans T
si pour toute classe A, B :
 B une sous_classe de A ,
 C est une sous_classe de $C<A>$*

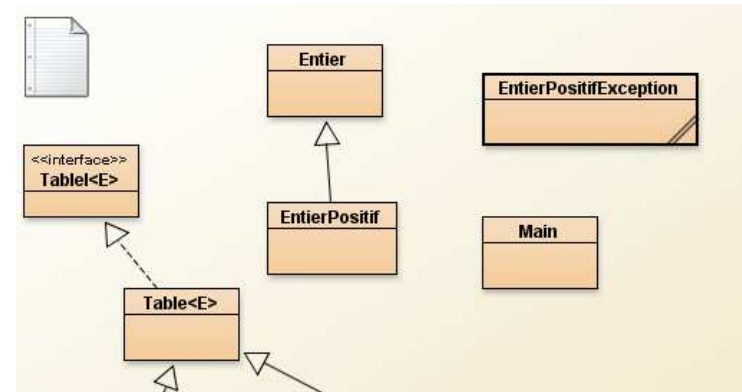


Exemples, ? extends T

- **List<? extends Number> c = new ArrayList<Integer>();**
 - Quel est le type retourné ? Object, Number, Integer ?
 - **???? n = c.get(0)**
 - **c.add(3);**
 - **// correct ou erreur de compilation ?**
- *Classe et Interface même syntaxe*
- **List<? extends Serializable> l = new ArrayList<String>();**
 - Quel est le type retourné ? Object, Serializable, String ?
 - **???? s = l.get(0)**

Utilisation <? extends T>

```
Table<? extends Entier> t1 = new Table<Entier>();  
//t1.ajouter(new EntierPositif(3));  
//t1.ajouter(new Entier(3));  
Entier e1 = t1.lire(0);  
Object o1 = t1.lire(0);
```



```
Table<? extends Entier> t2 = new Table<EntierPositif>();  
//t2.ajouter(new EntierPositif(3));  
//t2.ajouter(new Entier(3));  
Entier e2 = t2.lire(0);  
Object o2 = t2.lire(0);
```

? super T

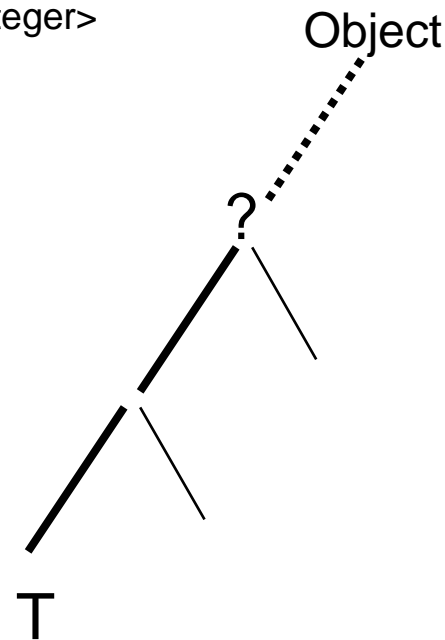
- ? super T
 - T représente la borne inférieure (sous classe)
 - Syntaxe:

`Vector<? super Integer> vn = new Vector<Number>();`

Integer est une sous classe de Number alors

Vector<Number> est une sous classe de Vector<? super Integer>

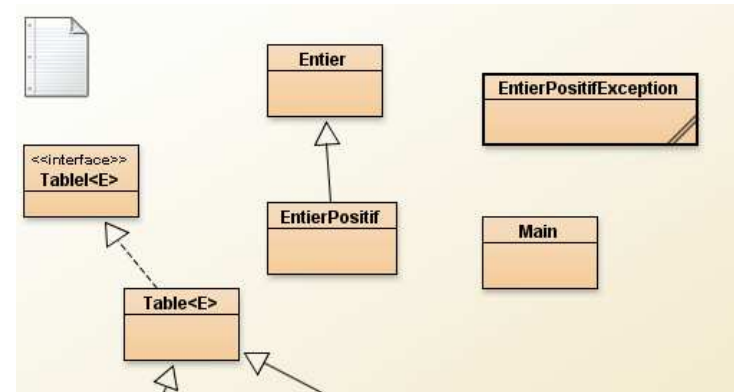
*La classe $C<T>$ est en contravariance dans T
si pour toute classe A, B :*
 B une sous_classe de A ,
 $C<A>$ est une sous_classe de C



Exemples, ? super T

- **List<? super Integer> c = new ArrayList<Integer>();**
 - **Integer i = c.get(0)**
 - // correct ou erreur de compilation ?
 - **c.add(new Integer(3));**
 - // correct ou erreur de compilation ?

Utilisation <? super T>



```
Table<? super EntierPositif> t3 = new Table<Entier>();  
t3.ajouter(new EntierPositif(3));  
//t3.ajouter(new Entier(3));  
//EntierPositif e3 = t3.lire(0);  
Object o3 = t3.lire(0);
```

Contraintes sur les interfaces

- **Interfaces implémentées**
- **Contraintes souhaitées**

Composition : &

- **TypeVariable keyword Bound₁ & Bound₂ & ... & Bound_n**
- pour l'exemple : une liste ordonnée, « sérialisable » et « clonable »
- Dont les éléments possèdent une relation d'ordre

```
public class SortedList<T extends Object & Comparable<? super T>
                                & Cloneable & Serializable>
    extends AbstractCollection<T>
    implements Iterable<T>, Cloneable, Serializable{
```

Composition &, suite de l'exemple

```
public class Entier
    implements java.io.Serializable, Cloneable, Comparable<Entier>{
    private int valeur;
    public Entier(int val){ this.valeur=val;}
    public int compareTo(Entier e){
        return this.valeur-e.valeur;
    }
    public String toString(){return Integer.toString(valeur);}
}
```

```
public void test1(){
    SortedList<Entier> sl = new SortedList<Entier>();
    sl.add(new Entier(5)); sl.add(new Entier(3));
    sl.add(new Entier(8)); sl.add(new Entier(3));

    for( Entier e : sl){
        System.out.println("e : " + e);
    }
    System.out.println("sl : " + sl);
}
```

Méthodes génériques, syntaxe

T est un paramètre générique de la méthode

```
<T> void ajouter(Collection<T> c, T t){  
    c.add(t);  
}
```

```
<T> void ajouter2(Collection<? extends T> c, T t){  
    //c.add(t); // erreur de compilation ....  
}
```

```
<T> void ajouter3(Collection<? super T> c, T t){  
    c.add(t);  
}
```

Contraintes décompilées

```
public <T extends Number> void p(T e){}
```

devient

```
public void p(Number number) {}
```

```
public <T extends Number> void p2(Collection<? super T> c, T t){}
```

devient

```
public void p2(Collection c, Number t){}
```

Un premier résumé

- `List<? extends Number> c = new ArrayList<Integer>();` // **Read-only***,
- `// c.add(new Integer(3));` // *erreur, Aucune connaissance des sous-classes*
- `Number n = c.get(0);`
- `// c.add(n);` // *erreur n n'est pas compatible avec ?*

- `List<? super Integer> c = new ArrayList<Number>();` // **Write-only,**
- `c.add(new Integer(3));` // *ok*
- `Integer i = c.iterator().next();` // *erreur ? Comme Object*
- `Object o = c.iterator().next();` // *ok*

- `List<?> c = new ArrayList<Integer>();`
- `System.out.println(" c.size() : " + c.size());`
- `c.add(new Integer(5));` // *erreur de compil*

* termes utilisés dans certains articles, notamment cette présentation
<http://dave.srednal.com/softwaresummit/generics.pdf>

La suite

- **<T extends Comparable<T>>**
- **<T extends Comparable<? super T>>**
- ...

Les interfaces... de java.util

- **Collection<E>**
- **Comparator<T>**
- **Enumeration<E>**
- **Iterator<E>**
- **List<E>**
- **ListIterator<E>**
- **Map<K,V>**
- **Map.Entry<K,V>**
- **Queue<E>**
- **Set<E>**
- **SortedMap<K,V>**
- **SortedSet<E>**

L 'interface Comparable...java.lang

```
public interface Comparable<T>{  
    int compareTo(T o1);  
}
```


Exemple : une classe Entier

```
public class Entier implements Comparable<Entier> {  
  
    private int value;  
    public Entier (int value) { this.value = value; }  
    public int intValue () { return value; }  
    public String toString(){  
        return Integer.toString(value);  
    }  
  
    public int compareTo (Entier o) {  
        return this.value - o.value; // enfin lisible  
    }  
}
```

Méthode statique et générique, un exemple

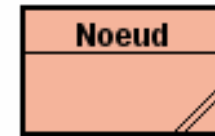
```
public static <T extends Comparable<T>> T max(Iterable<T> c)
{
    Iterator<T> it = c.iterator();
    assert c.size() >=1;
    T x = it.next();
    while (it.hasNext()) {
        T y = it.next();
        if (x.compareTo(y) < 0) x = y;
    }
    return x;
}

java.util.Collection<Entier> coll = new java.util.ArrayList<Entier>();
coll.add(new Entier(3));
coll.add(new Entier(5));
coll.add(new Entier(2));
assertEquals(new Entier(5).toString(),EntierTest.max(coll).toString());
coll.add(new Entier(7));
coll.add(new Entier(6));
assertEquals(new Entier(7).toString(),EntierTest.max(coll).toString());
```

Un autre exemple de méthode générique

Le patron Visiteur<T>

```
public abstract class Visiteur<T>{  
    T visite(Nœud nœud);  
    T visite(...);  
    ...  
}
```



```
public class Nœud extends ...{  
  
    public <T> T accepter(Visiteur<T> v){  
        return v.visite(this);  
    }  
}
```

petites remarques après coup, entre nous

```
public static <T extends Comparable<? super Comparable>>
```

```
    T max(Iterable<T> c) { ... }
```

Au lieu de

```
public static <T extends Comparable<T>>
```

```
    T max(Iterable<T> c) { ... }
```

discussion.....

Un autre exemple, extrait du web, isSorted

// <http://stackoverflow.com/questions/3047051/how-to-determine-if-a-list-is-sorted-in-java>

```
public static <T extends Comparable<? super T>>
    boolean isSorted(Iterable<T> iterable) {

    Iterator<T> iter = iterable.iterator();
    if (!iter.hasNext()) {
        return true;
    }
    T t = iter.next();
    while (iter.hasNext()) {
        T t2 = iter.next();
        if (t.compareTo(t2) > 0) {
            return false;
        }
        t = t2;
    }
    return true;
}
```

petites remarques après coup, tjs entre nous

```
public class Entier implements Comparable<Entier> {
    ...
    public int compareTo (Entier o) {
        return this.value - o.value; // enfin lisible
    }

    public boolean equals(Entier o){ // attention
        return this.value == o.value; // enfin lisible ...
    }
}

java.util.Collection<Entier> coll = new java.util.ArrayList<Entier>();
coll.add(new Entier(3));
boolean b = coll.contains(new Entier(3)); // b == false !!!

Object o = new Entier(3);
```

Tableaux et généricité <?>

```
List<Integer>[] t = new ArrayList<Integer>[10]; erreur !
```

```
List<?>[] t = new ArrayList<?>[10]; // ok  
t[0] = new ArrayList<Integer>();  
//t[0].add(5); // erreur !  
//Integer i = t[0].get(0); // erreur !  
Object o = t[0].get(0); // ok
```

```
// Mais
```

```
List<Integer> l = new ArrayList<Integer>();  
l.add(5);  
t[1] = l;  
Integer i = (Integer)t[1].get(0); // ok  
String s = (String)t[1].get(0); // compilation ok  
// ClassCastException
```

Instanceof et cast et plus

- instanceof

```
Collection<? extends Number> c = new ArrayList<Integer>();  
assert c instanceof ArrayList<Integer>; // erreur, pas de sens
```

- (cast)

```
Collection<String> cs2 = (Collection<String>) cs1; // erreur pas de sens
```

- getClass()

```
List<String> l1 = new ArrayList<String>();  
List<Integer> l2 = new ArrayList<Integer>();  
assert l1.getClass() == l2.getClass(); // l'assertion est vraie
```


Surcharge ... achtung*

```
public class SurchargeQuiNEstPas {  
    public void p( Collection<Integer> c) { }  
    public void p( Collection<String> c) { }  
}
```

```
public class C<T> {  
    public T id(T t) {;}  
}
```

```
public interface I<E> {  
    E id(E e);  
}
```

```
public class D extends C<String> implements I<Integer> {  
    public Integer id(Integer i) { return i;}  
} // erreur name clash, id(T) in C and id(E) have the same erasure
```

*extrait de <http://www.inf.fu-berlin.de/lehre/WS03/OOPS/Generizitaet.ppt>

Inspiré du Quiz (voir en annexe)

```
public class Couple<T>{  
    private static int compte;  
    public Couple(){  
        compte++;  
    }  
    public static int leCompte(){ return compte;}  
    ...  
}
```

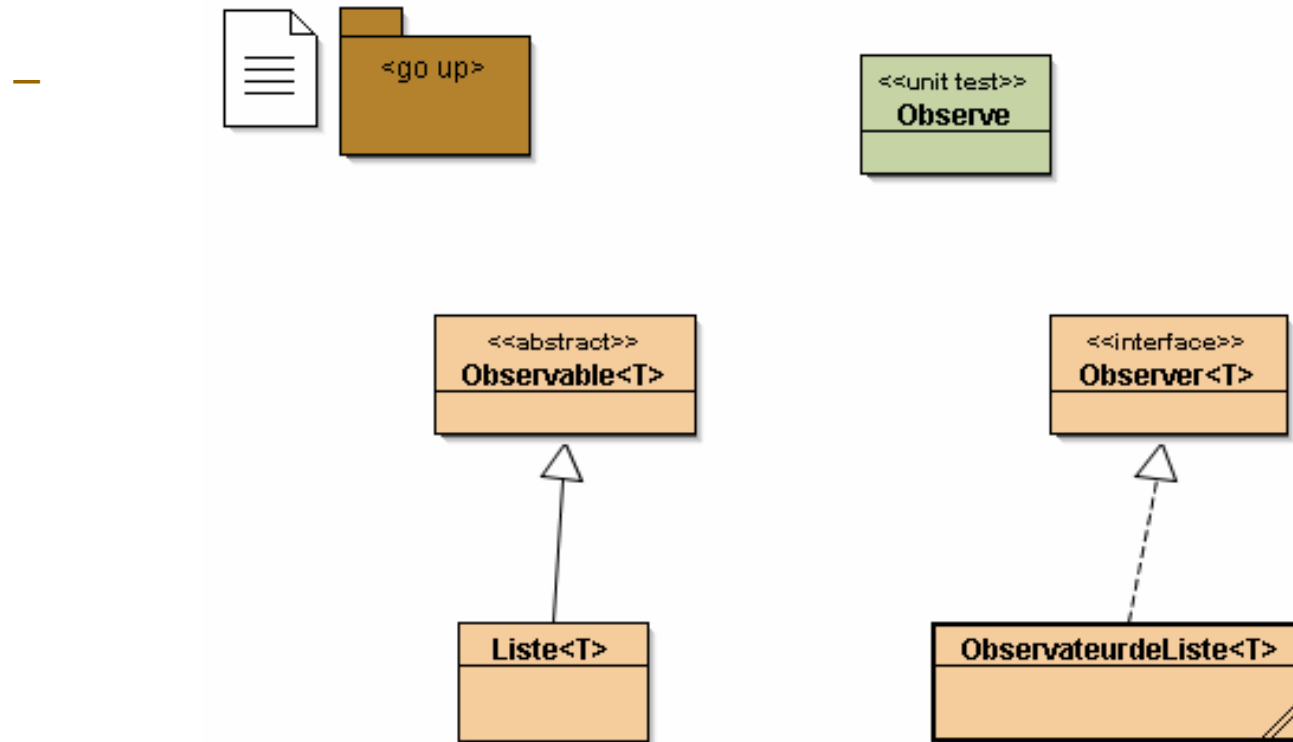
```
Couple<Integer> c = new Couple<Integer>();  
Couple<String> c = new Couple<String>();
```

- Que vaut `Couple.leCompte()`; ?

Pattern et généricité

- **Première tentative**
- **Observateur/observé**
- **<M,V,C> ?**

Pattern Observateur, un classique



Avant nous avions

```
public interface Observer {
    void update(Observable obs, Object arg)
}
```

Observer et Observable, arg est paramétré

```
public interface Observer<T> {
    public void update(Observable obs, T arg);
    // void update(Observable obs, Object arg)
}

public abstract class Observable<T>{
    private List<Observer<T>> list;

    public Observable(){ list = new ArrayList<Observer<T>>();}

    public void addObserver(Observer<T> obs){
        list.add(obs);
    }

    public void notifyObservers(T arg){
        for (Observer<T> obs : list) {
            obs.update(this, arg);
        }
    }
}
```

Une instance possible : une liste<T>

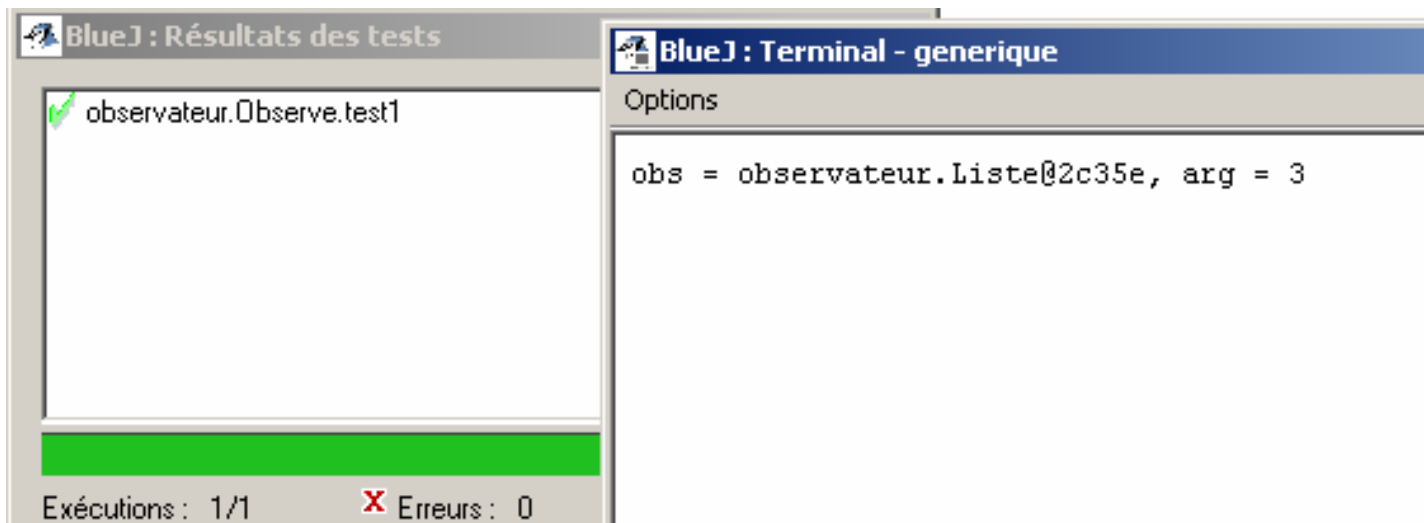
```
public class Liste<T> extends Observable<T>{  
  
    public void ajouter(T t){  
        //....  
        notifyObservers(t);  
    }  
}
```

```
public class ObservateurDeListe<T> implements Observer<T>{  
  
    public void update(Observable obs, T arg){  
        System.out.println("obs = " + obs + ", arg = " + arg);  
    }  
  
}
```

<T>est et <T>race

```
public void test1(){
    Liste<Integer> liste1 = new Liste<Integer>();
    ObservateurDeListe<Integer> obs = new ObservateurDeListe<Integer>();
    liste1.addObserver(obs);
    liste1.ajouter(3);

    ObservateurDeListe<String> obs1 = new ObservateurDeListe<String>();
    // liste1.addObserver(obs1); engendre bien une erreur de compilation
}
```

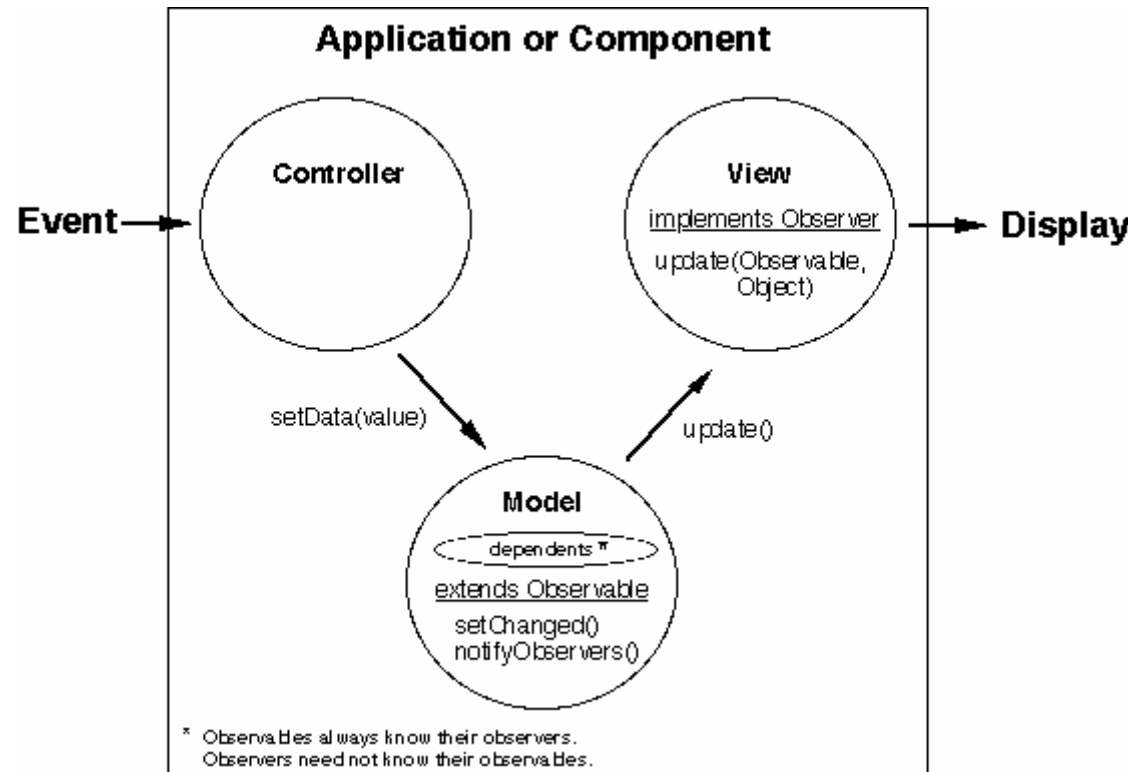


Discussion

- **En lieu et place d'Object** , facile et sécurisant
 - Object o devient T t avec <T>

- **Encore plus générique ?**
 - Découpage selon M, V ,C
 - utile/inutile ...

MVC Generic, <M,V,C> ?



```
public interface View {  
    public <M extends Model> void update (M modèle);  
}
```

Model

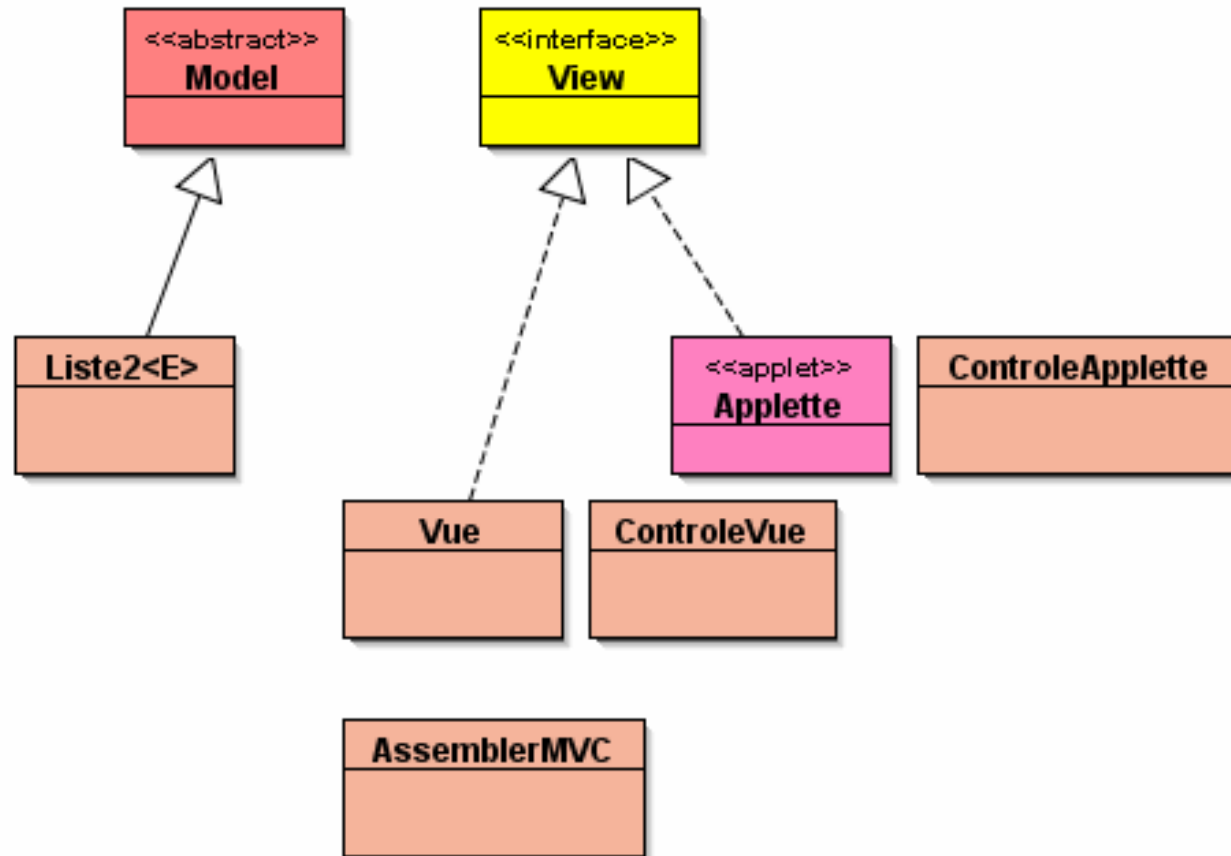
```
public abstract class Model {
    private Set<View> views;

    public Model(){
        this.views = new HashSet<View>();
    }

    public <V extends View> void addViewToModel( V view){
        this.views.add(view);
    }

    public void notifyViews(){
        for( View view : this.views)
            view.update(this);
    }
}
```

Architecture du déjà vu



- **Liste2<E>** est un « Model »
- **Vue** et **Applette** sont des « View »
- **ControleVue** et **ControleApplette** sont les contrôles
 - associés respectivement à la **Vue** et à l'**Applette**
- **AssembleurMVC** assemble un modèle, deux vues et deux contrôles

Vue et son contrôle

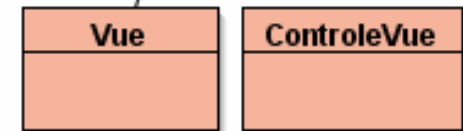
```
public class Vue implements View{
    public Vue(Model m){
        m.addViewToModel(this);
    }
    public <M extends Model> void update(M model){
        System.out.println("notification par : " + model);
    }
}
```

```
public class ControleVue{

    private Liste2<Integer> modele;
    private Vue vue;

    public ControleVue( Liste2<Integer> modele, Vue vue){
        this.modele = modele;
        this.vue = vue;
    }

    public void entrer(int i){
        modele.ajouter(i);
    }
}
```



Applette et ...

```
public class Applette extends JApplet implements View{
    private JTextField donnee;
    private JButton add;
    private JLabel liste;

    public Applette(Model m){m.addViewToModel(this);}

    public void init(){
        this.donnee = new JTextField(6);
        this.add     = new JButton("ajouter");
        this.liste  = new JLabel("");
        this.getContentPane().setLayout(new FlowLayout());
        this.getContentPane().add(donnee);
        this.getContentPane().add(add);
        this.getContentPane().add(liste);
    }

    public <M extends Model> void update(M model){
        liste.setText(model.toString());
    }

    public JButton getBoutonAjouter(){return add;}

    public int getDonnee(){return Integer.parseInt(donnee.getText());}}
```



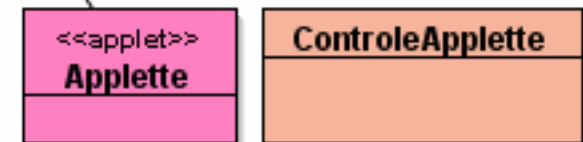
... son contrôle

```
public class ControleApplette implements ActionListener{

    private Liste2<Integer> modele;
    private Applette vue;

    public ControleApplette( Liste2<Integer> modele, Applette vue){
        this.modele = modele;
        this.vue = vue;
        vue.getBoutonAjouter().addActionListener(this);
    }

    public void actionPerformed(ActionEvent ae){
        modele.ajouter(vue.getDonnee());
    }
}
```



Un Assembleur ...

```
public class AssembleurMVC{
    public static void main(String[] args){

        Liste2<Integer> liste = new Liste2<Integer>(); // M

        Vue vue1 = new Vue(liste); // V
        ControleVue controle1 = new ControleVue(liste, vue1); // C

        JFrame frame = new JFrame();
        frame.setDefaultCloseOperation(JFrame.EXIT_ON_CLOSE);
        Applet vue2 = new Applet(liste); //cf. slide 25, cours 4-2
        frame.getContentPane().add(vue2);
        frame.setSize(300, 100);
        vue2.init();
        vue2.start();
        frame.setVisible(true);
        ControleApplet control = new ControleApplet(liste, vue2);
        controle1.entrer(33);
    }
}
```

Discussion

- **<M,V,C>**
 - Encore plus générique ???
 - <http://www.onjava.com/pub/a/onjava/2004/07/07/genericmvc.html>
 - Exercice de style ?
 - utile/inutile

Conclusion

- **Difficile de s'en passer !**

- **Avantages :**
 - Lisibilité des programmes,
 - Documentation ...
 - Vers une qualité des sources ?
 - Fiabilité attendue ...

Annexe 1

Quiz: Java 1.5 Generics

One of the new features of Java 1.5 are the Generics. They allow us to abstract over types and help us to write type safe code. The generics are in some aspects similar to the templates in C++, but there are also significant differences.

You can learn more about the generics in this [tutorial](#). Also you can have a look at this collection of links about [Java 1.5 Generics](#)

Have you read it already? Then you can test your knowledge here.

Lets go

- <http://www.grayman.de/quiz/java-generics-en.quiz>

Le quiz en capture d'écran, <http://www.grayman.de/quiz/java-generics-en.quiz>

Quiz: Java 1.5 Generics: Question No. 1/14

With generics the compiler has more information about the types of the objects, so explicit casts don't have to be used and the compiler can produce type safe code.

What implications have the generics for the runtime performance of the program which uses them?

Choose the correct answer:

- a) With the generics the compiler can optimize the code for used types. This and the omission of the casts are the reasons why the code compiled with the generics is **quicker** than the one compiled without.
- b) The usage of generics has **no implications** for the runtime performance of the compiled programs.
- c) The improved flexibility and type safety means that the compiler has to generate concrete implementation from the generic template for each used type. This means that applications start **a bit slower**.

Answer

Quiz: Java 1.5 Generics: Question No. 2/14

As an example for a generic class we will use a very simple container. A **Basket** can contain only one element.

Here the source code:

```
public class Basket<E> {
    private E element;

    public void setElement(E x) {
        element = x;
    }

    public E getElement() {
        return element;
    }
}
```

We will store fruits in the baskets:

```
class Fruit {
}

class Apple extends Fruit {
}

class Orange extends Fruit {
}
```

What would Java 1.5 do with the following source code?

```
Basket<Fruit> basket = new Basket<Fruit>(); // 1
basket.setElement(new Apple()); // 2
Apple apple = basket.getElement(); // 3
```

Choose the correct answer:

- a) The source code is OK. Neither the compiler will complain, nor an exception during the runtime will be thrown.
- b) Compile error in the line 2.
- c) Compile error in the line 3.

Quiz: Java 1.5 Generics: Question No. 3/14

Let's stay with our baskets. What do you think about the following source code?

```
Basket<Fruit> basket = new Basket<Fruit>();  
basket.setElement(new Apple());  
Orange orange = (Orange) basket.getElement();
```

Choose the correct answer:

- a) The source code is OK. Neither the compiler will complain, nor an exception during the runtime will be thrown.
- b) Compile error in the line 2.
- c) Compile error in the line 3.
- d) A **ClassCastException** will be thrown in the line 3.

Answer

Quiz: Java 1.5 Generics: Question No. 4/14

Which ones of the following lines can be compiled without an error?

Check all correct options:

- a) `Basket b = new Basket();`
- b) `Basket b1 = new Basket<Fruit>();`
- c) `Basket<Fruit> b2 = new Basket<Fruit>();`
- d) `Basket<Apple> b3 = new Basket<Fruit>();`
- e) `Basket<Fruit> b4 = new Basket<Apple>();`
- f) `Basket<?> b5 = new Basket<Apple>();`
- g) `Basket<Apple> b6 = new Basket<?>();`

Answer

Quiz: Java 1.5 Generics: Question No. 5/14

Let's have a look at the typeless baskets and the ones where the type is an unbounded wildcards.

```
// Source A
Basket<?> b5 = new Basket<Apple>();
b5.setElement(new Apple());
Apple apple = (Apple) b5.getElement();
```

```
// Source B
Basket b = new Basket();
b.setElement(new Apple());
Apple apple = (Apple) b.getElement();
```

```
// Source C
Basket b1 = new Basket<Orange>();
b1.setElement(new Apple());
Apple apple = (Apple) b1.getElement();
```

Which of the following statements are true?

Check all correct options:

- a) Source A cannot be compiled
- b) Source B will be compiled with warning(s). No exception will be thrown during the runtime.
- c) Source C will be compiled with warning(s). A **ClassCastException** exception will be thrown during the runtime.

Answer

Quiz: Java 1.5 Generics: Question No. 6/14

And what about this one?

```
Basket b = new Basket(); // 1
Basket<Apple> bA = b; // 2
Basket<Orange> bO = b; // 3
bA.setElement(new Apple()); // 4
Orange orange = bO.getElement(); // 5
```

Choose the correct answer:

- a) The lines 2 and 3 will cause a compile error.
- b) The line 4 will cause a compile error.
- c) The line 5 will cause a compile error because a cast is missing
- d) The source code will be compiled with warning(s). During the runtime a **ClassCastException** will be thrown in the line 5.
- e) The source code will be compiled with warning(s). No exception will be thrown during the runtime.

Answer

Quiz: Java 1.5 Generics: Question No. 7/14

In our rich class hierarchy the class **Apple** has following subclasses:

```
class GoldenDelicious extends Apple {}
class Jonagold extends Apple {}
```

Our fruit processing application contains an utility class which can decide, whether an apple is ripe:

```
class FruitHelper {
    public static boolean isRipe(Apple apple) {
        ...
    }
}
```

In the class **FruitHelper** we want to implement a method which can look into any basket which can contain apples only and decide, whether the apple in the basket is ripe or not. Here the body of the method:

```
{
    Apple apple = basket.getElement(); // 1
    return isRipe(apple); // 2
}
```

What should the signature of the method look like:

Choose the correct answer:

- a) public static boolean
isRipeInBasket(Basket basket)
- b) public static boolean
isRipeInBasket(Basket<Apple> basket)
- c) public static boolean
isRipeInBasket(Basket<?> basket)
- d) public static boolean
isRipeInBasket(Basket<? extends Apple> basket)
- e) public static <A extends Apple> boolean
isRipeInBasket(Basket<A> basket)
- f) public static <A> boolean
isRipeInBasket(Basket<A extends Apple> basket)
- g) public static boolean
isRipeInBasket(Basket<T super Apple> Basket)

Quiz: Java 1.5 Generics: Question No. 8/14

Now we want to implement a method which inserts only ripe apples into the basket. Here the method's body:

```
{
    if (isRipe(apple)) { // 1
        basket.setElement(apple); // 2
    }
}
```

Which of these signatures should we use?

Choose the correct answer:

- a) `public static void insertRipe(Apple apple, Basket<Apple> basket)`
- b) `public static void insertRipe(Apple apple, Basket<? extends Apple> basket)`
- c) `public static void insertRipe(Apple apple, Basket<? super Apple> basket)`
- d) `public static <A extends Apple> void insertRipe(A apple, Basket<? super A> basket)`
- e) `public static <A super Apple> void insertRipe(A apple, Basket<? extends A> basket)`

Answer



Quiz: Java 1.5 Generics: Question No. 9/14

We could acquire some expertise in the orangeology and now we can decide whether an orange is ripe or not - and this in pure Java. Now we want to extend the class **FruitHelper**.

Here is our updated source code :

```
class FruitHelper {
    public static boolean isRipe(Apple apple) {
        ... // censored to protect our know-how
    }

    public static boolean isRipe(Orange orange) {
        ... // censored to protect our know-how
    }

    public static boolean isRipeInBasket(Basket<? extends Apple> basket) {
        Apple apple = basket.getElement();
        return isRipe(apple);
    }

    public static boolean isRipeInBasket(Basket<? extends Orange> basket) {
        Orange orange = basket.getElement();
        return isRipe(orange);
    }
}
```

Ist this source code OK?

Choose the correct answer:

- a) Yes. The source code is OK.
- b) No. The source code cannot be compiled.

Answer



Quiz: Java 1.5 Generics: Question No. 10/14

What about the following source code. Can it be compiled?

```
class FruitHelper {
    public static boolean isRipe(Apple apple) {
        ... // censored to protect our know-how
    }

    public static boolean isRipe(Orange orange) {
        ... // censored to protect our know-how
    }

    public static <A extends Apple>
    void insertRipe(A a, Basket<? super A> b)
    {
        if (isRipe(a)) {
            b.setElement(a);
        }
    }

    public static <G extends Orange>
    void insertRipe(G g, Basket<? super G> b)
    {
        if (isRipe(g)) {
            b.setElement(g);
        }
    }
}
```

Choose the correct answer:

- a) Yes. The source code is OK.
- b) No. The source code cannot be compiled.

Answer

Quiz: Java 1.5 Generics: Question No. 11/14

The accounting department needs to know, how many baskets we produce. So we've changed the class **Basket**:

```
public class Basket<E> {  
  
    ...  
  
    private static int theCount = 0;  
    public static int count() {  
        return theCount;  
    }  
  
    Basket() {  
        ++theCount;  
    }  
  
    ...  
}
```

What output would be produced by the following source code?

```
public static void main(String[] args) {  
    Basket<Apple> bA = new Basket<Apple>();  
    Basket<Orange> bG = new Basket<Orange>();  
    System.out.println(bA.count());  
}
```

Choose the correct answer:

- a) 1
- b) 2
- c) Compile error

Answer

Quiz: Java 1.5 Generics: Question No. 12/14

What about the following source code?

```
Basket<Orange> bG = new Basket<Orange>(); // 1
Basket b = bG; // 2
Basket<Apple> bA = (Basket<Apple>)b; // 3
bA.setElement(new Apple()); // 4
Orange g = bG.getElement(); // 5
```

Choose the correct answer:

- a) No compile error, no exception during the runtime
- b) Compile error in the line 3
- c) **ClassCastException** the line 3
- d) Compile warning in the line 3, **ClassCastException** in the line 4
- e) Compile warning in the line 3, **ClassCastException** in the line 5

Answer

Quiz: Java 1.5 Generics: Question No. 13/14

And what about this one?

```
Basket<Orange> bG = new Basket<Orange>(); // 1
Basket<? extends Fruit> b = bG; // 2
if (b instanceof Basket<Apple>) { // 3
    Basket<Apple> bA = (Basket<Apple>) b; // 4
    bA.setElement(new Apple()); // 5
} // 6
Orange g = bG.getElement(); // 7
```

Choose the correct answer:

- a) No compiler error, no exception
- b) Compiler error in the line 3
- c) Compiler warning in the lines 3 and 4. An exception will be thrown in the line 7.

Answer

Quiz: Java 1.5 Generics: Question No. 14/14

The last question is about arrays and generics. Which of the following lines can be compiled?

Check all correct options:

- a) `Basket<Apple>[] b = new Basket<Apple>[10];`
- b) `Basket<?>[] b = new Basket<Apple>[10];`
- c) `Basket<?>[] b = new Basket<?>[10];`
- d) `public <T> T[] test() {return null;}`
- e) `public <T> T[] test() {return new T[10];}`

Answer

<http://www.grayman.de/quiz/java-generics-en.quiz>

- 1/14 {b}
- 2/14 {c}
- 3/14 {d}
- 4/14 {a,b,c,f}
- 5/14 {a,b}
- 6/14 {d}
- 7/14 {d,e}
- 8/14 {d}
- 9/14 {b}
- 10/14 {a}
- 11/14 {b}
- 12/14 {e}
- 13/14 {b}
- 14/14 {c,d}

Annexe 2, les Exceptions sont génériques...

- **Utile / inutile ...**

```
public interface PileI<T, PV extends Exception,  
                PP extends Exception>{  
  
    public void empiler(T elt) throws PP; // PP comme PilePleine  
    public T depiler() throws PV;        // PV comme PileVide  
}
```

- **Le type de l'exception est décidée par l'utilisateur**

Exception et généricité

à l'aide de deux implémentations concrètes
PileVideException et **PilePleineException**

```
public class Pile<T>
    implements PileI<T, PileVideException , PilePleineException >{

    private Object[] zone;
    private int index;
    public Pile(int taille){...}

    public void empiler( T elt) throws PilePleineException {
        if(estPleine()) throw new PilePleineException();
    }
}
```

Exception et généricité suite ...

```
FileI<Integer,ArrayIndexOutOfBoundsException,ArrayIndexOutOfBoundsException>
    p1 = new FileI<Integer,ArrayIndexOutOfBoundsException,ArrayIndexOutOfBoundsException>(){
        public void empiler(Integer elt) throws ArrayIndexOutOfBoundsException{
            // ...
        }
        public Integer depiler() throws ArrayIndexOutOfBoundsException{
            // ...
        }
    };

try{
    p1.empiler(3);
}catch(Exception e){
    // traitement
}
```

L'utilisateur a donc le choix du type de l'exception à propager

Exceptions et généricité : un résumé

- Une interface

```
public interface I< T, E extends Throwable>{  
    public void testNull(T t) throws E;  
}
```

- Une implémentation

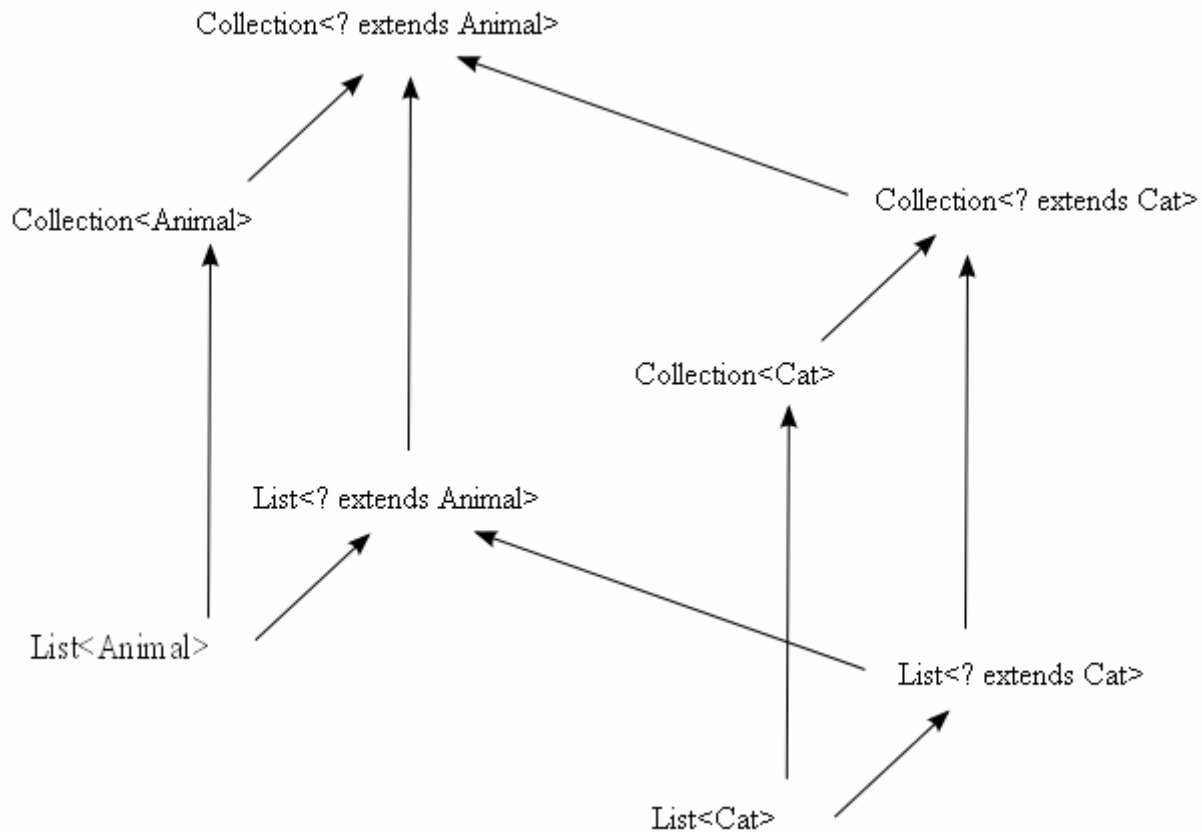
```
public class Essai<T extends Number> implements I<T, NullPointerException>{  
  
    public void testNull(T t) throws NullPointerException{  
        if(t==null) throw new NullPointerException();  
    }  
}
```

- Une autre implémentation

```
I<? extends Float,NullException> i = new I<Float,NullException>(){  
    public void testNull(Float t) throws NullException{  
        if(t==null) throw new NullException();  
    }  
};
```

```
avec public class NullException extends Exception{}
```

Annexe 3 « wikipedia »



- http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3e/Java_wildcard_subtyping.svg
- [http://en.wikipedia.org/wiki/Covariance_and_contravariance_\(computer_science\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Covariance_and_contravariance_(computer_science))

En java...

```
public class Main{

    public static void a1(Collection<? extends Animal> collection){}
    public static void a2(Collection<Animal> collection){}
    public static void la1(List<? extends Animal> collection){}
    public static void la2(List<Animal> collection){}

    public static void c1(Collection<? extends Cat> collection){}
    public static void c2(Collection<Cat> collection){}
    public static void lc1(List<? extends Cat> collection){}
    public static void lc2(List<Cat> collection){}

    public static void testSubTyping(){
        List<Animal> listA = null;
        a1(listA);
        a2(listA);
        la1(listA);
        la2(listA);
        List<Cat> listC = null;
        c1(listC);
        c2(listC);
        lc1(listC);
        lc2(listC);

        a1(listC);
        la1(listC);
        //la2(listC); erreur, normale ici ...
    }
}
```