
NFP121, Cnam/Paris
Cours 6-1
Les patrons
Composite, Interpréteur, Visiteur

jean-michel Douin, douin au cnam point fr
version : 10 Novembre 2015

Notes de cours

Sommaire pour les Patrons

- **Classification habituelle**

- **Créateurs**

- **Abstract Factory, Builder, Factory Method Prototype Singleton**

- **Structurels**

- **Adapter Bridge Composite Decorator Facade Flyweight Proxy**

- **Comportementaux**

- Chain of Responsibility. Command **Interpreter Iterator**
Mediator Memento Observer State
Strategy Template Method Visitor

Les patrons déjà vus en quelques lignes ...

- **Adapter**
 - Adapte l'interface d'une classe conforme aux souhaits du client
- **Proxy**
 - Fournit un mandataire au client afin de contrôler/vérifier ses accès
- **Observer**
 - Notification d'un changement d'état d'une instance aux observateurs inscrits
- **Template Method**
 - Laisse aux sous-classes une bonne part des responsabilités
- **Iterator**
 - Parcours d'une structure sans se soucier de la structure interne choisie

Sommaire

- **Structures de données récursives**
 - Le patron Composite
 - Le patron Interpréteur
 - Un exemple :
 - API Graphique en java(AWT), paquetage java.awt
 - Parcours : Itérateur et/ou visiteur

Principale bibliographie

- **GoF95**

- Erich Gamma, Richard Helm, Ralph Johnson, John Vlissides
- Design Patterns, Elements of Reusable Object-oriented software Addison Wesley 1995

+

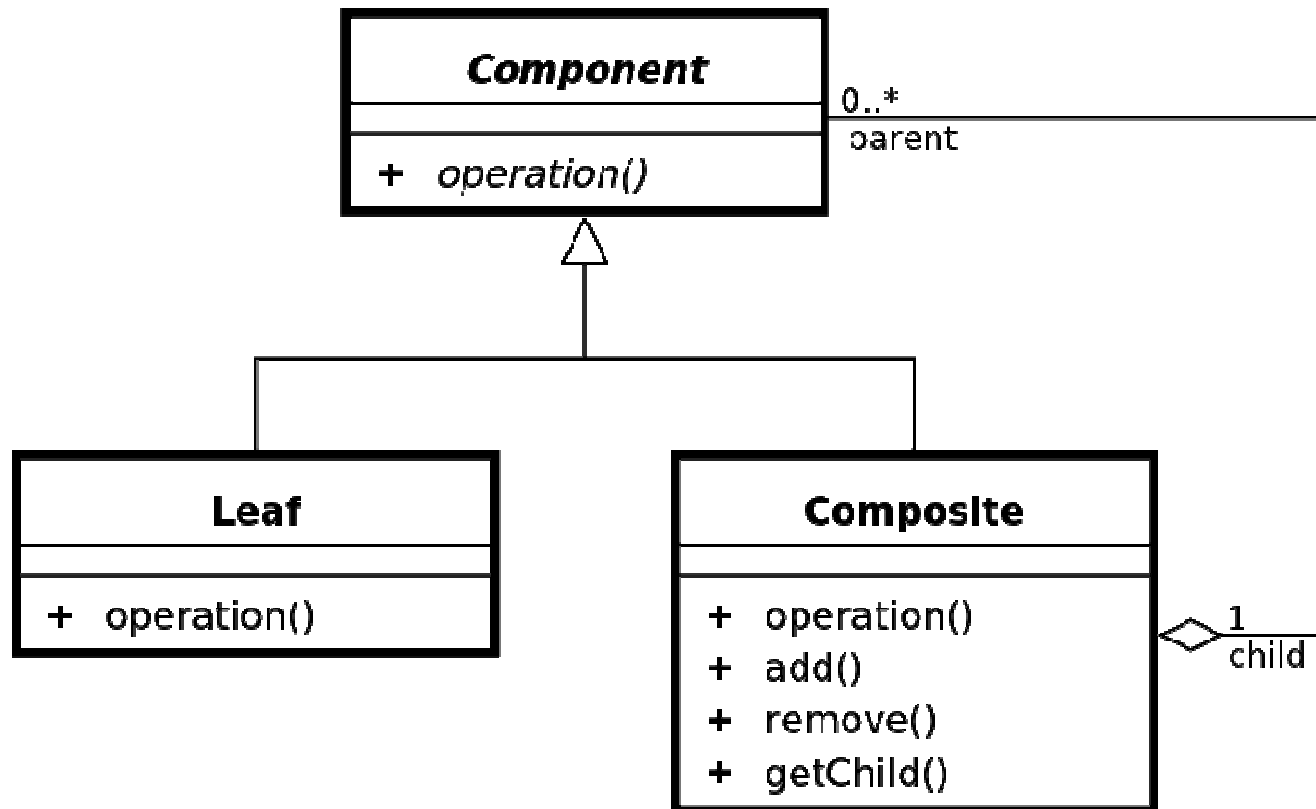
- <http://www.eli.sdsu.edu/courses/spring98/cs635/notes/composite/composite.html>
- <http://www.patterndepot.com/put/8/JavaPatterns.htm>

+

- <http://www.javaworld.com/javaworld/jw-12-2001/jw-1214-designpatterns.html>

http://jfod.cnam.fr/NFP121/Chapter03_Head_First.pdf

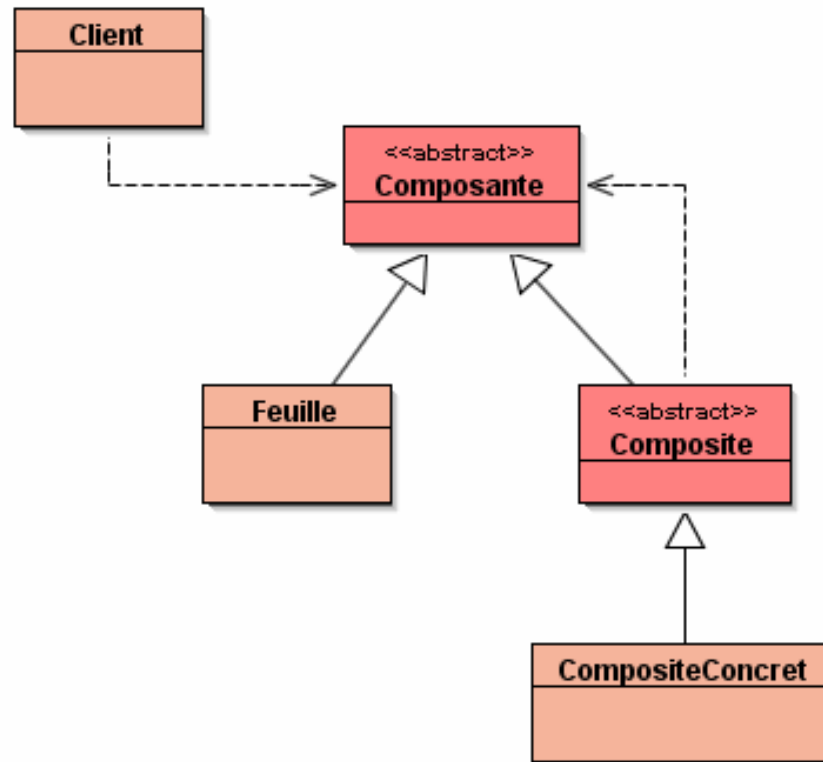
Le patron Composite



- **L'original**

Structures récursives : le pattern Composite

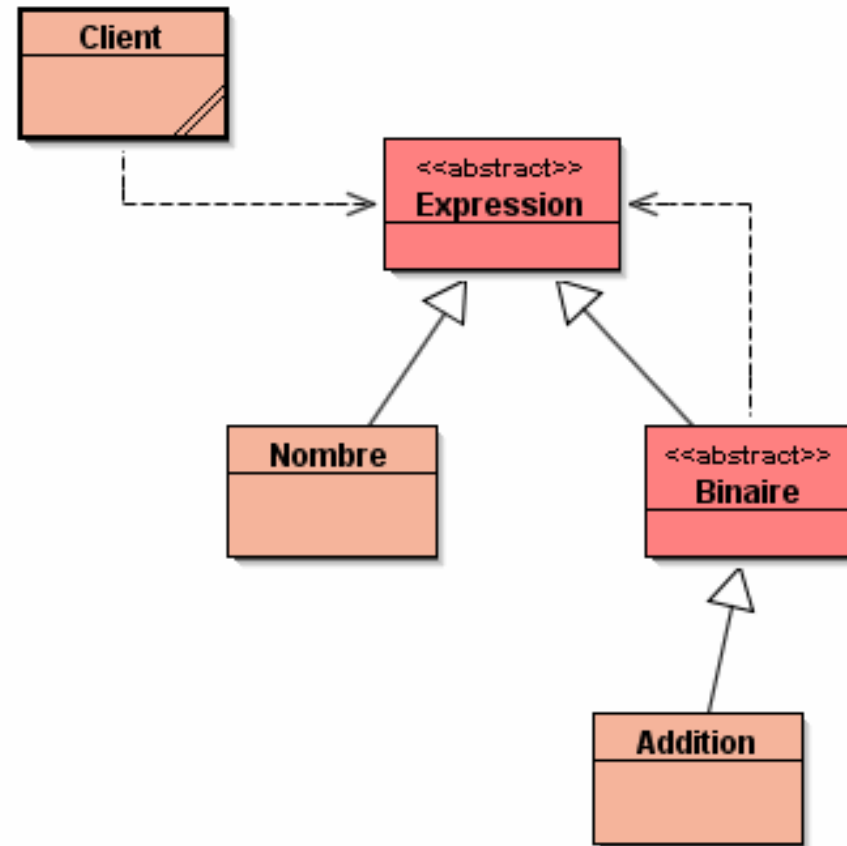
- Le client ne « voit » qu'une instance de *Composante*



Composante ::= Composite | Feuille
Composite ::= CompositeConcret
CompositeConcret ::= { Composante }
Feuille ::= 'symbole terminal'

Tout est Composante

Un exemple : Expression 3 , 3+2, 3+2+5,...



Expression ::= Binaire | Nombre

Binaire ::= Addition

Addition ::= Expression '+' Expression

Nombre ::= 'une valeur de type int'

Tout est Expression

Composite et Expression en Java

La Racine du composite : *Tout est Expression*

3 est un Nombre, est une Expression

3 + 2 est une addition, est Binaire, est une Expression

```
public abstract class Expression{ }
```

Au plus simple

Binaire est une Expression

```
public abstract class Expression{

public abstract class Binaire extends Expression{
    // binaire a deux opérandes ...
    protected Expression op1;
    protected Expression op2;

    public Binaire(Expression op1, Expression op2){
        this.op1 = op1;
        this.op2 = op2;
    }
}
```

Addition est une opération Binaire

// Symbole non terminal

```
public class Addition extends Binaire{  
  
    public Addition(Expression op1, Expression op2) {  
        super(op1, op2);  
    }  
}
```

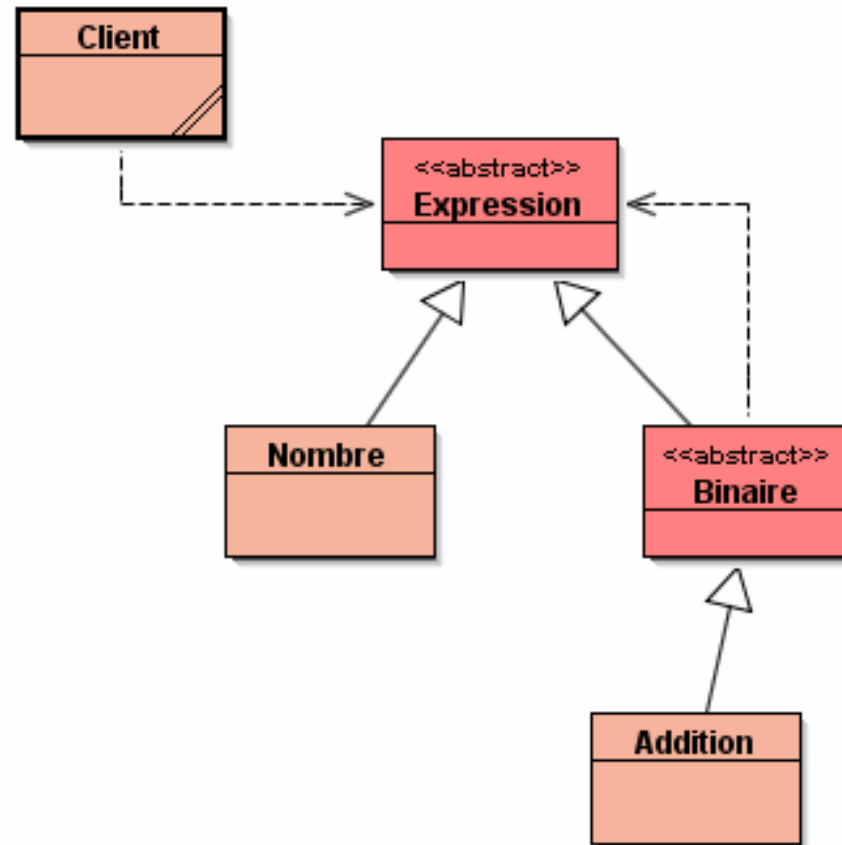
Soustraction, Division ...

Nombre est une Expression

// Symbole terminal

```
public class Nombre extends Expression{
    private int valeur;
    public Nombre(int valeur){
        this.valeur = valeur;
    }
}
```

Démonstration avec BlueJ

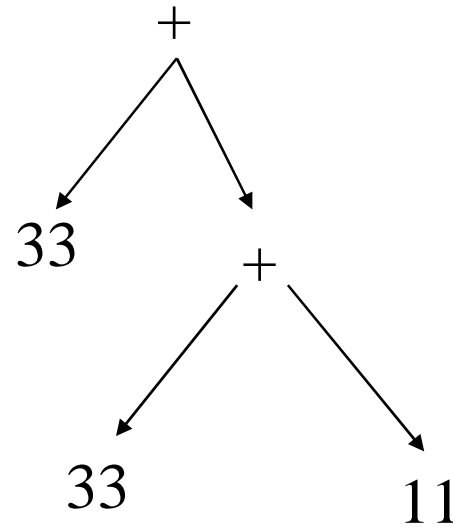


- Discussion ...

Quelques instances d'Expression en Java

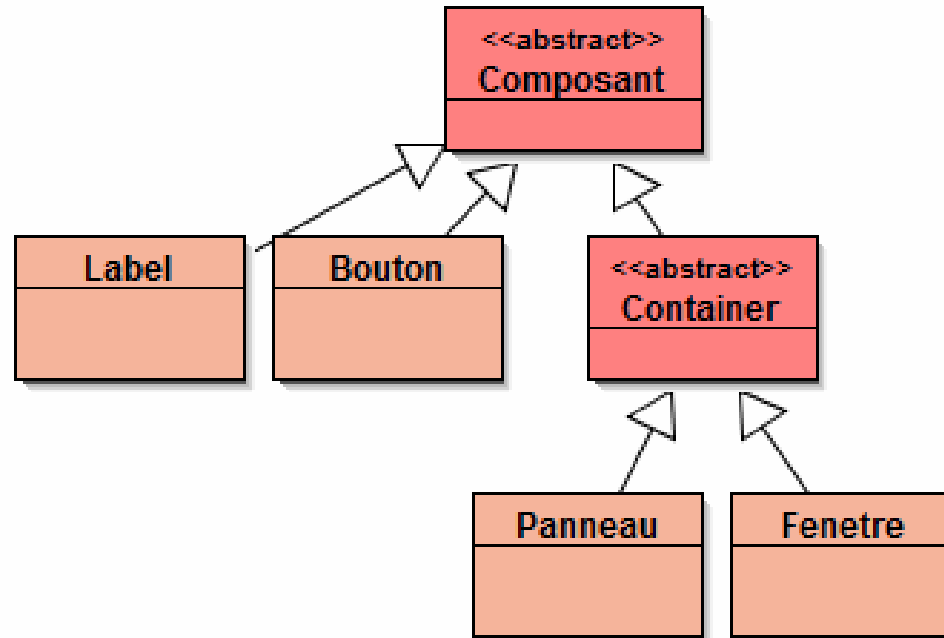
```
public class ExpressionTest extends junit.framework.TestCase {  
  
    public static void test1(){  
  
        Expression exp1 = new Nombre(321);  
  
        Expression exp2 = new Addition(  
            new Nombre(33),  
            new Nombre(33)  
        );  
  
        Expression exp3 = new Addition(  
            new Nombre(33),  
            new Addition(  
                new Nombre(33),  
                new Nombre(11)  
            )  
        );  
  
        Expression exp4 = new Addition(exp1,exp3);  
    }  
}
```

Discussion



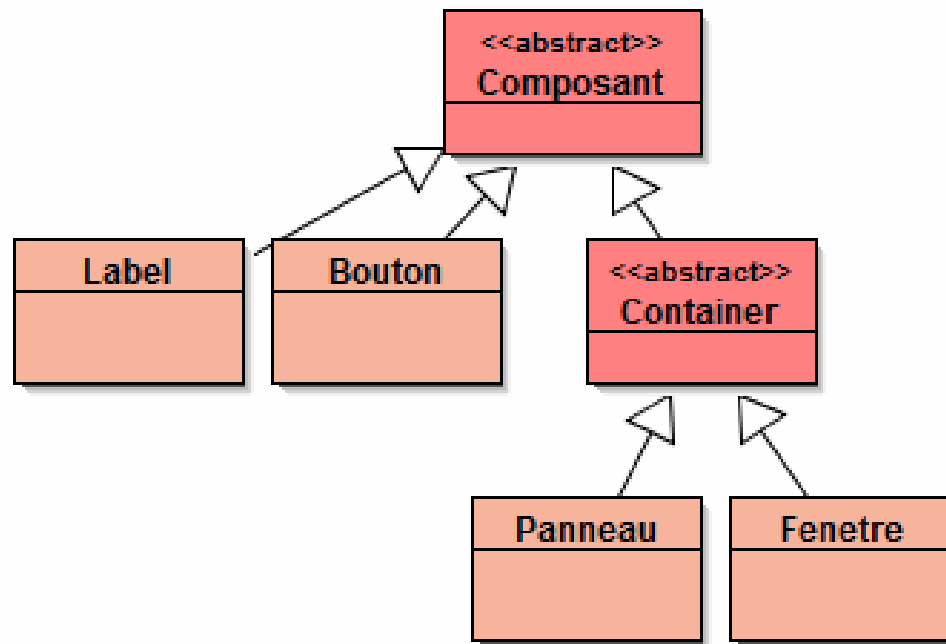
```
Expression exp3 = new Addition(  
    new Nombre(33),  
    new Addition(  
        new Nombre(33),  
        new Nombre(11)  
    )  
);
```

Un autre exemple : une API graphique



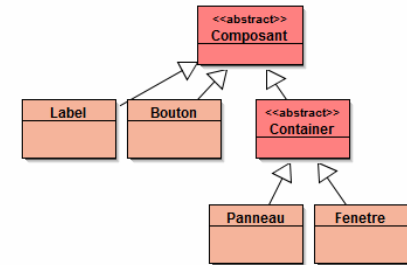
- Composant ::= Container | Feuille
- Container ::= Panneau | Fenetre
- Panneau ::= {Composant}^{*}
- Fenetre ::= {Composant}^{*}
- Feuille ::= Label | Bouton

Second exemple : une API graphique



```
public abstract class Composant {
    public abstract void dessiner();
}
```

API Graphique : une Feuille

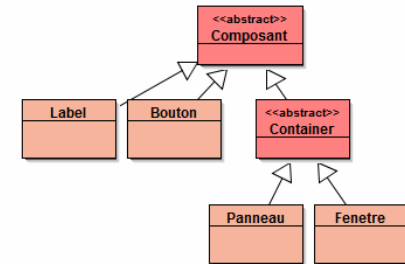


```
public class Label extends Composant{

    public void dessiner(){
        // dessin effectif d'un label
    }

}
```

API Graphique, Container

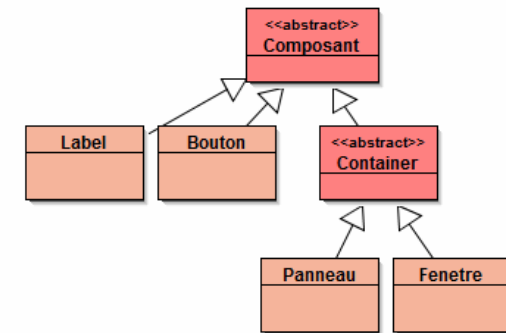


```
public abstract class Container extends Composant{
    protected List<Composant> liste;
```

```
    public void dessiner(){
        for(Composant c : liste){
            c.dessiner();
        }
    }
```

```
    public Container () {liste = new ArrayList<Composant>();}
    public void ajouter(Composant c) { liste.add(c);}
}
```

API Graphique, Panneau

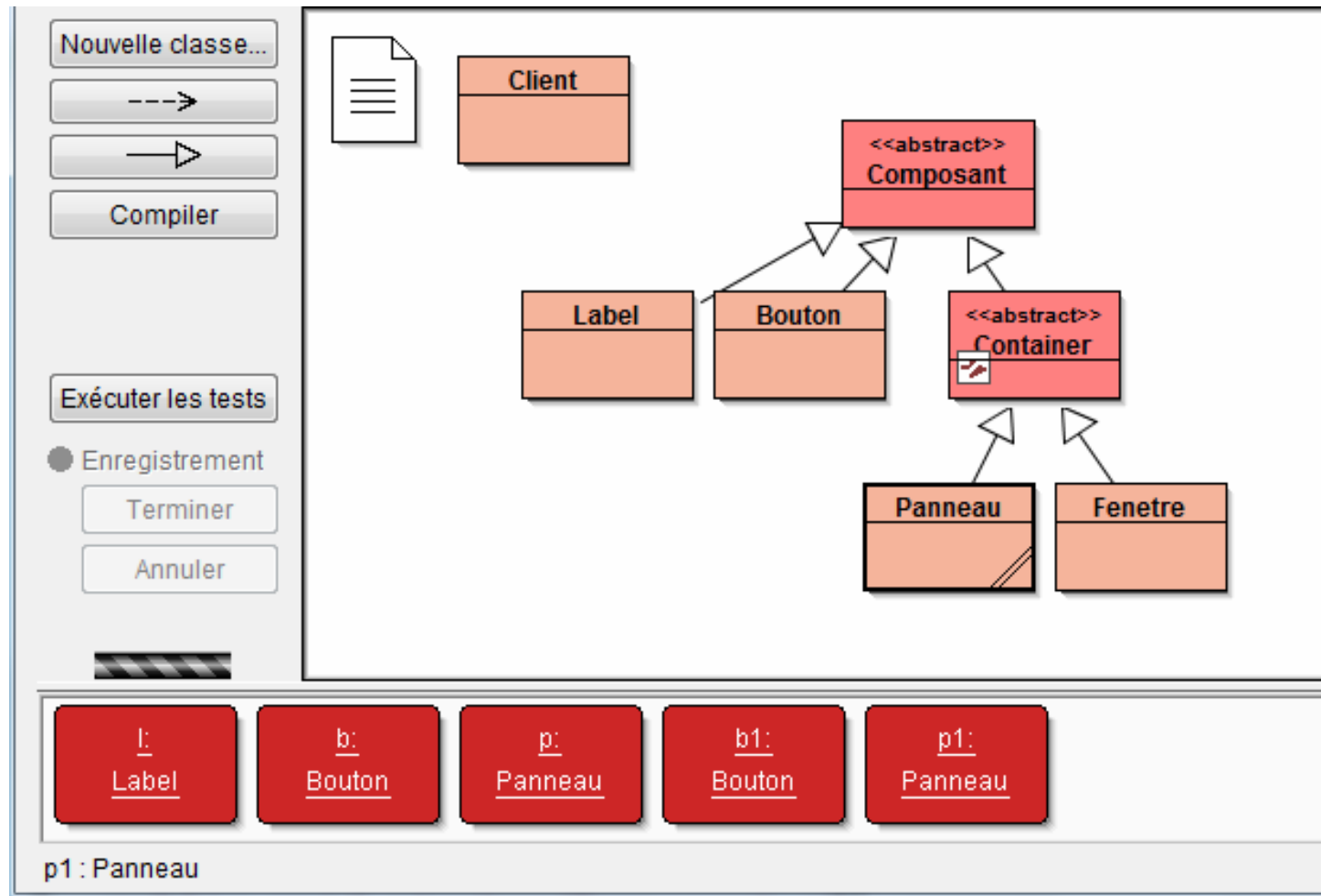


```
public class Panneau extends Container{

    public void dessiner(){
        // dessin effectif d'un Panneau

        super.dessiner();
        // dessin de ce qu'il contient
    }
}
```

Démonstration avec Bluej



L 'AWT utilise-t-il le Pattern Composite ?

- **Component, Container, Label, JLabel**

Objets graphiques en Java

- **Comment se repérer dans une API de 180 classes (java.awt et javax.swing) ?**

**La documentation : une liste (indigeste) de classes.
exemple**

- **java.awt.Component**
 - Direct Known Subclasses:
 - **Button, Canvas, Checkbox, Choice, Container, Label, List, Scrollbar, TextComponent**

+--java.awt.Component

|

+--java.awt.Container

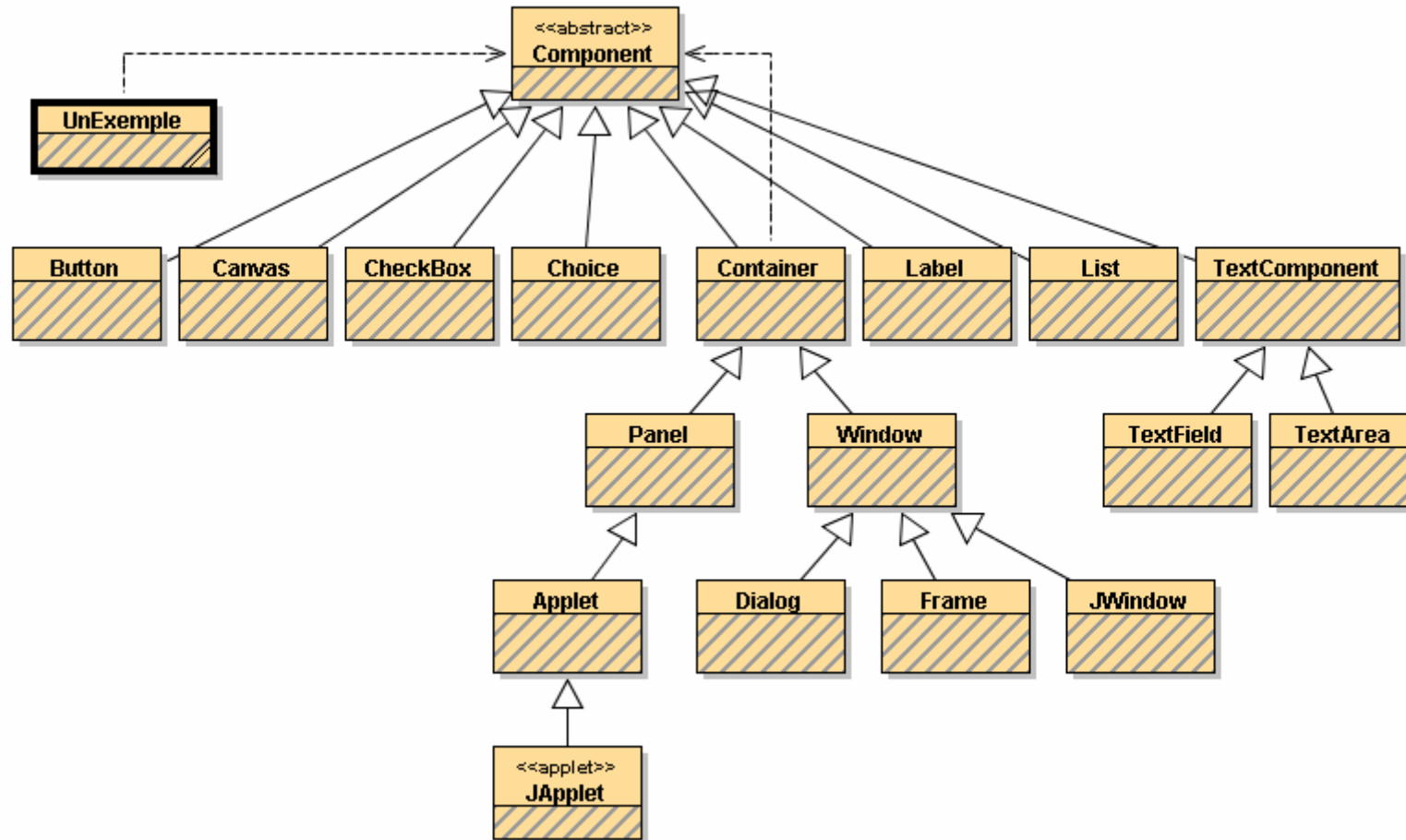
– Direct Known Subclasses:

- **BasicSplitPaneDivider, CellRendererPane, DefaultTreeCellEditor.EditorContainer, JComponent, Panel, ScrollPane, Window**

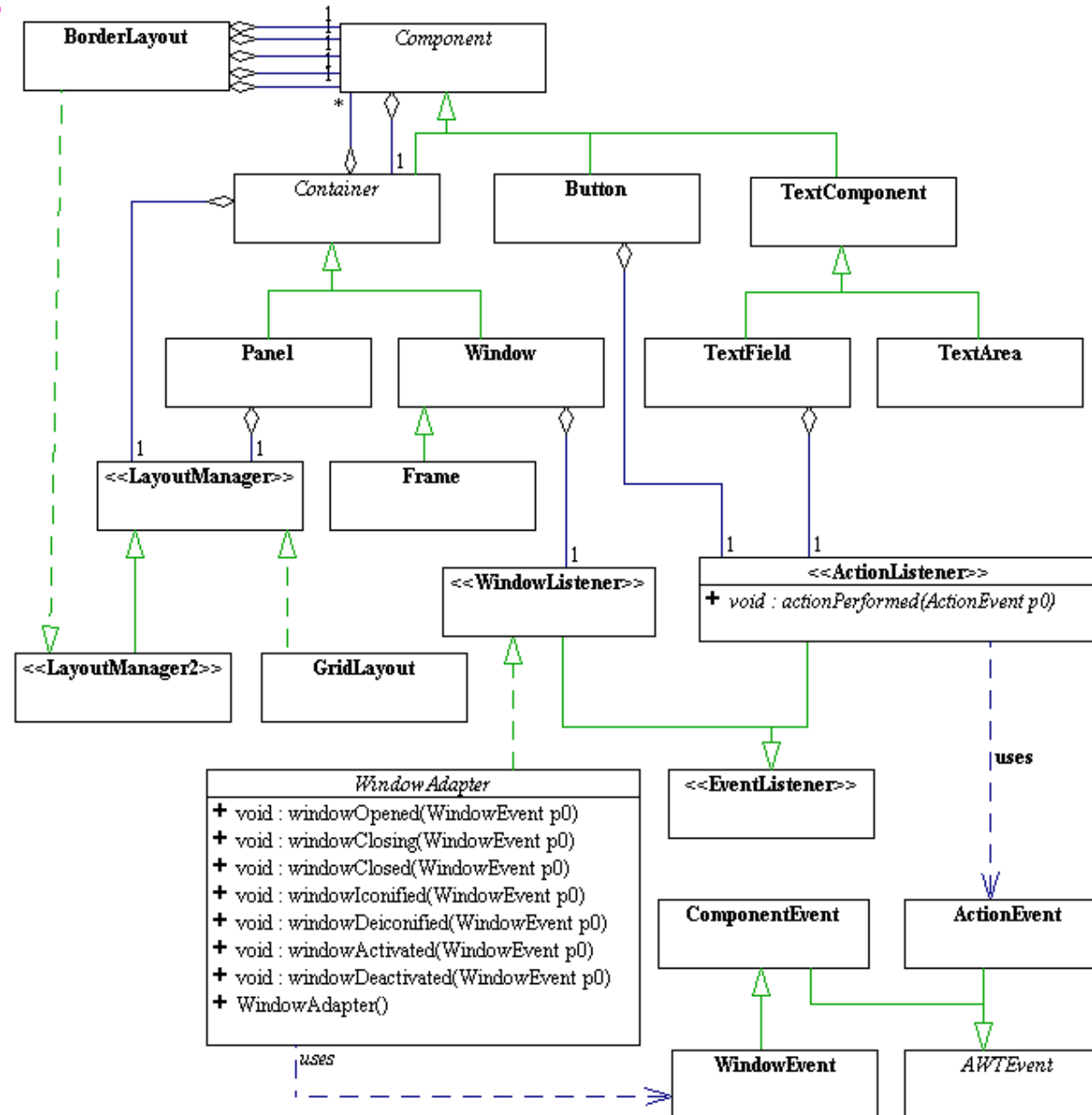
Pattern Composite et API Java

- **API Abstract Window Toolkit**
 - Une interface graphique est constituée d'objets
 - De composants
 - Bouton, menu, texte, ...
 - De composites (composés des composants ou de composites)
 - Fenêtre, applette, ...
- **Le Pattern Composite est utilisé**
 - Une interface graphique est une expression respectant le Composite (la grammaire)
- **En Java au sein des paquetages
java.awt et de javax.swing.**

l'AWT utilise un Composite



- `class Container extends Component ...{`
 - `Component add (Component comp);`



Discussion

Une Expression de type composite (Expression)

- Expression e = new Addition(new Nombre(1),new Nombre(3));

Une Expression de type composite (API AWT)

- Container p = new Panel();
- p.add(new Button("b1 ")) ;
- p.add(new Button("b2 ")) ;

Démonstration ici UnExemple

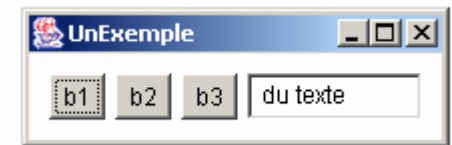
```
import java.awt.*;
public class UnExemple{

    public static void main(String[] args){
        Frame f = new Frame("UnExemple");

        java.awt.Container p = new Panel();
        p.add(new Button("b1"));
        p.add(new Button("b2"));
        p.add(new Button("b3"));

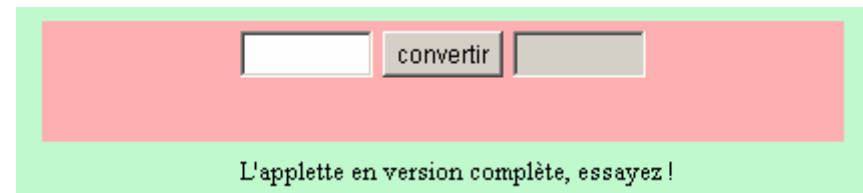
        java.awt.Container p2 = new Panel();
        p2.add(p);p2.add(new TextField(" du texte"));

        f.add(p2);
        f.pack();f.setVisible(true);
    }
}
```



Une Applette

```
public class UneApplette extends Applet {  
    private TextField entree = new TextField(6);  
    private Button bouton = new Button("convertir");  
    private TextField sortie = new TextField(6);  
  
    public void init() {  
        add(entree); // ajout de feuilles au composite  
        add(boutonDeConversion); // Applet  
        add(sortie);  
  
        ...  
    }  
}
```



Le Pattern Expression : un premier bilan

- **Composite :**
 - Représentation de structures de données récursives
 - Techniques de classes abstraites
 - Liaison dynamique
 - Manipulation uniforme (tout est Composant)
 - C'est bien !, mais pour faire quoi ?

Pourquoi faire ?

- **Un Composite**

- Une instance d'un composite est une représentation interne, parmi d'autres ...

- Apparenté arbre de syntaxe abstraite

– Transformation, évaluation, compilation,

- **Une évaluation de cette structure : le Pattern Interpréteur**

– // 3+2

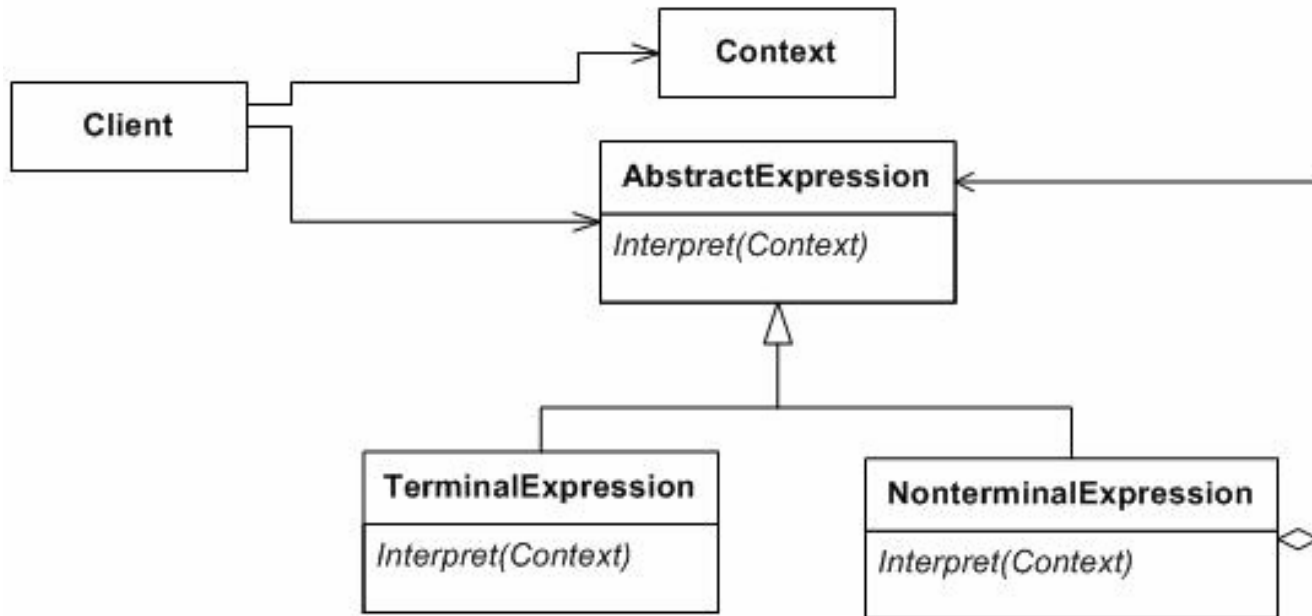
– **Expression e = new Addtition(new Nombre(3),new Nombre(2));**

– // appel de la méthode interpreter, installée dans la classe Expression

– **int resultat = e.interpreter();**

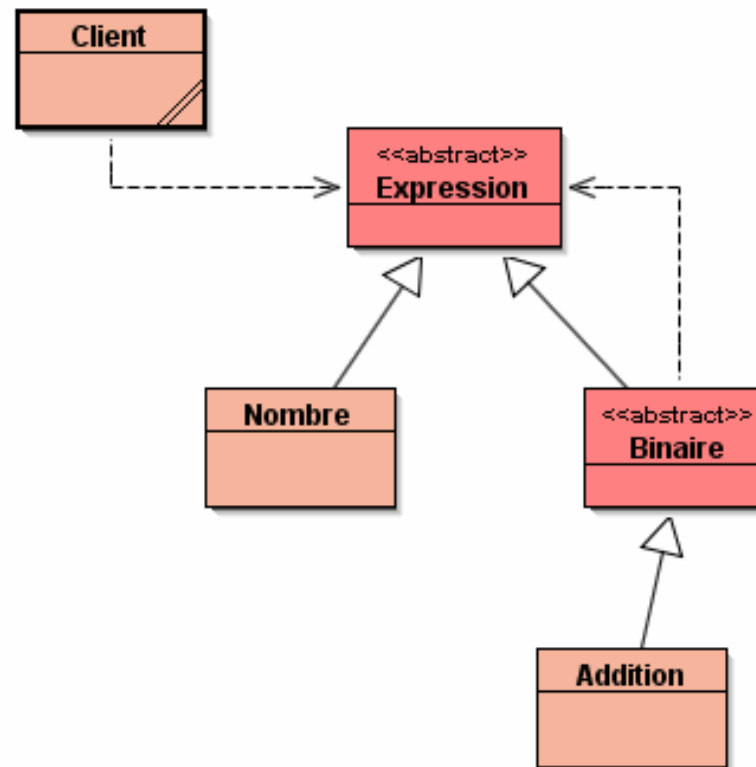
– **assert(resultat == 5); // enfin**

Pattern Interpréteur : l'original



- **De GoF95 ...**
 - une interprétation, évaluation dans un certain contexte
 - Composite inclus

Le Pattern Interpréteur : Composite + évaluation



- Première version : chaque classe possède la méthode
 - **public int interpreter();**
 - abstraite pour les classes abstraites, concrètes pour les autres
 - ici pas de contexte (pour le moment)

Le pattern interpréteur

```
public abstract class Expression{
    abstract public int interpreter();
}

public abstract class Binaire extends Expression{
    protected Expression op1;
    protected Expression op2;

    public Binaire(Expression op1, Expression op2){
        this.op1 = op1;
        this.op2 = op2;
    }
    public Expression op1(){ return op1; }
    public Expression op2(){ return op2;}

    abstract public int interpreter();
}
```

Classe Nombre

```
public class Nombre extends Expression{
    private int valeur;
    public Nombre(int valeur){
        this.valeur = valeur;
    }

    public int valeur(){ return valeur;}

    public int interpreter();
        return valeur;
}
}
```

Le pattern interpréteur

```
public class Addition extends Binaire{

    public Addition(Expression op1,Expression op2){
        super(op1,op2);
    }

    public int interpreter(){
        return op1.interpreter() + op2.interpreter();
    }
}
```

Interprétations simples

```
// quelques assertions
```

```
Expression exp1 = new Nombre(321);
```

```
int resultat = exp1.interpreter();
```

```
assert resultat == 321;
```

```
Expression exp2 = new Addition(  
                    new Nombre(33),  
                    new Nombre(33)  
                );
```

```
resultat = exp2.interpreter();
```

```
assert resultat==66;
```

Quelques « interprétations » en Java

```
Expression exp3 = new Addition(  
    new Nombre(33),  
    new Addition(  
        new Nombre(33),  
        new Nombre(11)  
    )  
);
```

```
resultat = exp3.interpreter();  
assert resultat == 77;
```

```
Expression exp4 = new Addition(exp1, exp3);  
resultat = exp4.interpreter();  
assert resultat == 398;
```

```
}}
```

Démonstration/Discussion

- **Simple**

- **Mais**

Evolution ... une galerie

- **Une expression peut se calculer à l'aide d'une pile :**

– **Exemple : $3 + 2$ engendre**

cette séquence

empiler(3)

empiler(2)

empiler(depiler() + depiler())

Le résultat se trouve (ainsi) au sommet de la pile

→ Nouvel entête de la méthode interpreter

Evolution ...

```
public abstract class Expression{
    abstract public <T> void interpreter(PileI<T> p);
}
```

Ou bien

```
public abstract class Expression{
    abstract public <T> void interpreter(Stack<T> stk);
}
```

Démonstration ...

– Mais ... encore !

Cette nouvelle méthode engendre une

modification de toutes les classes !!

Evolution ... bis

- **L'interprétation d'une expression utilise une mémoire**
 - Le résultat de l'interprétation est en mémoire

→ **Nouvel entête de la méthode interpreter**

```
public abstract class Expression{  
    abstract public <T> void interpreter(Memoire<T> p);  
}
```

→ mêmes critiques : modification de toutes les classes

.....

→ **Encore une modification de toutes les classes !**, la réutilisation prônée par l'usage des patrons est plutôt faible ...

Evolution... ter ... non merci !

→ mêmes critiques : modification de toutes les classes

→ Encore une modification de toutes les classes !, la réutilisation prônée par l'usage des patrons est de plus en plus faible ...

→ Design pattern : pourquoi faire, utile/inutile

→ Existe-t-il un patron afin de prévenir toute évolution future ?
du logiciel ...

Le pattern Visiteur vient à notre secours

- **Objectifs :**
 - Il faudrait pouvoir effectuer de multiples interprétations de la même structure **sans aucune modification du Composite**
- **→ Patron Visiteur**

Un visiteur par interprétation

Dans la famille des itérateurs avez-vous le visiteur ...

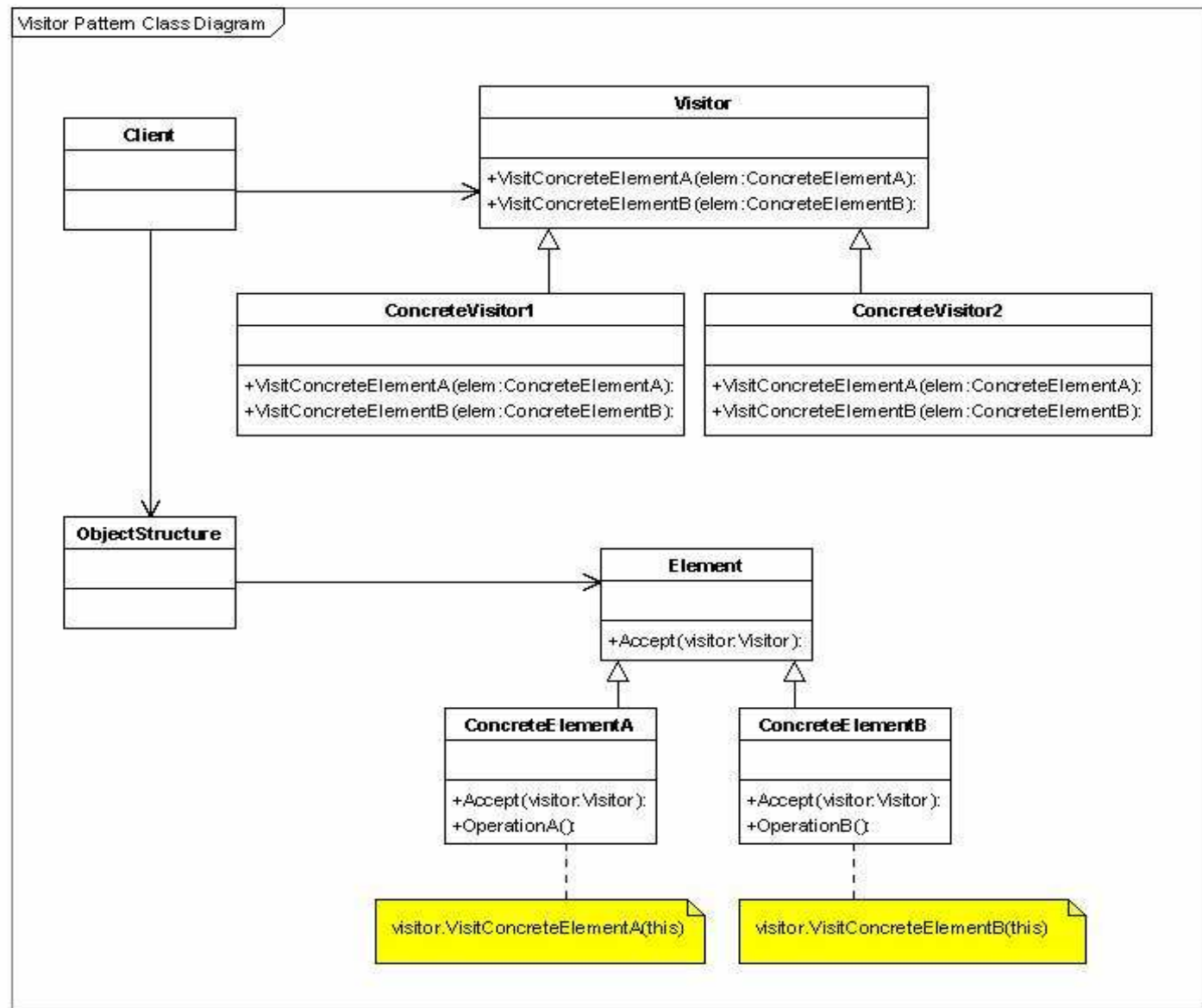
Patron visiteur

- **L'utilisateur de la classe Expression devra proposer ses Visiteurs**
 - VisiteurDeCalcul, VisiteurDeCalculAvecUnePile
 - Le problème change de main...
- → **Ajout de cette méthode,**
 - ce sera la seule modification

```
public abstract class Expression{  
    abstract public <T> T accepter(Visiteur<T> v);  
}
```

- → emploi de la généricité, pour le type retourné

Le diagramme UML à l'origine

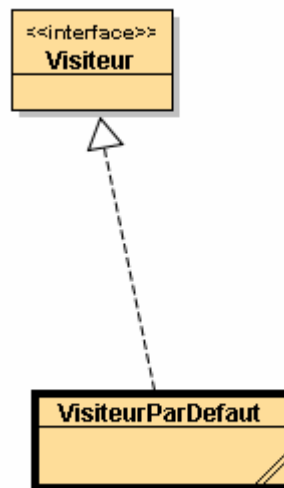


- **Lisible ?**

Le pattern Visiteur une méthode par feuille*

```
public abstract interface Visiteur<T>{  
    public abstract T visiteNombre(Nombre n);  
    public abstract T visiteAddition(Addition a);  
}
```

```
public class VisiteurParDefaut<T> implements Visiteur<T>{  
    public T visiteNombre(Nombre n) {return null;}  
    public T visiteAddition(Addition a) {return null;}  
}
```



*feuille concrète
du composite

La classe Expression et Binaire une fois pour toutes !

```
public abstract class Expression{
    abstract public <T> T accepter(Visiteur<T> v);
}

public abstract class Binaire extends Expression{
    protected Expression op1;
    protected Expression op2;

    public Binaire(Expression op1, Expression op2){
        this.op1 = op1;
        this.op2 = op2;
    }
    public Expression op1(){return op1;}
    public Expression op2(){return op2;}
    abstract public <T> T accepter(Visiteur<T> v);
}
```


La classe Nombre et Addition

une fois pour toutes

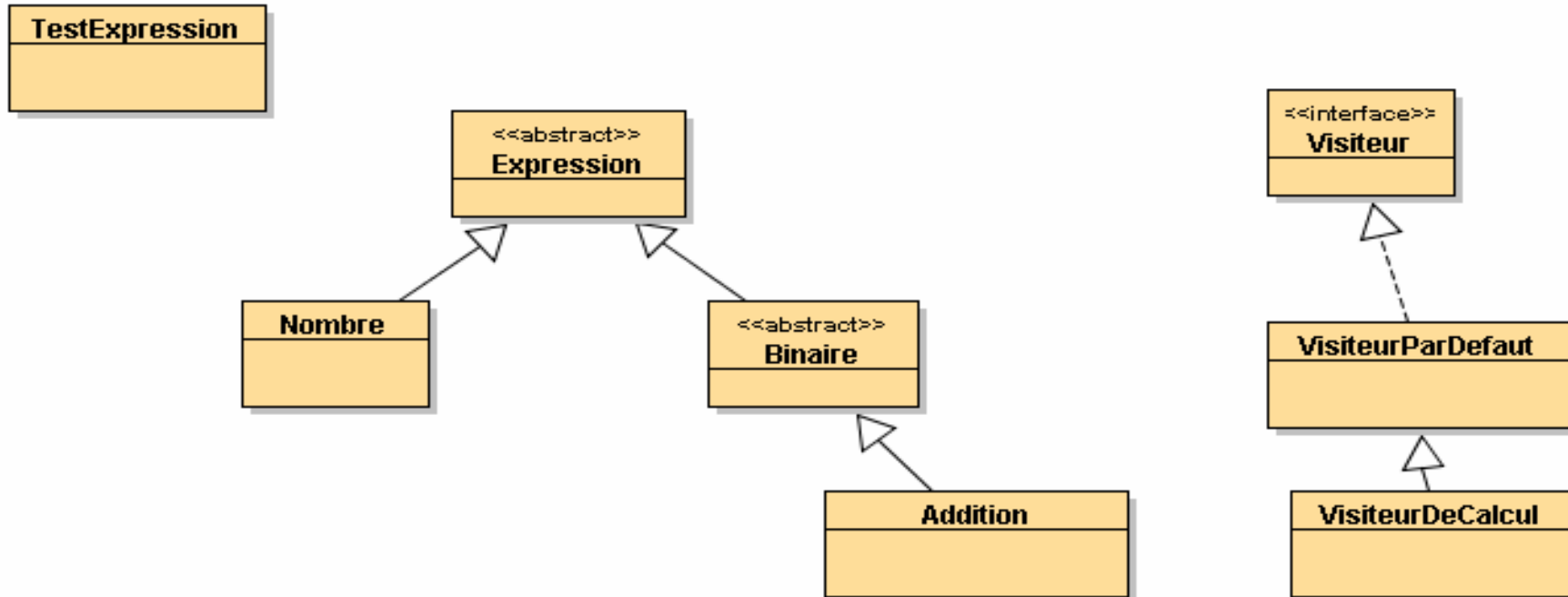
```
public class Nombre extends Expression{
    private int valeur;
    public Nombre(int valeur){
        this.valeur = valeur;
    }
    public int valeur(){ return valeur;}

    public <T> T accepter(Visiteur<T> v){
        return v.visiteNombre(this);
    }
}

public class Addition extends Binaire{
    public Addition(Expression op1,Expression op2){
        super(op1,op2);
    }

    public <T> T accepter(Visiteur<T> v){
        return v.visiteAddition(this);
    }
}
```

Le Composite a de la visite



Le Composite est figé



Toutes les visites
sont permises

Le VisiteurDeCalcul

```
public class VisiteurDeCalcul
    extends VisiteurParDefaut<Integer>{

    public Integer visiteNombre(Nombre n) {
        return n.valeur;
    }

    public Integer visiteAddition(Addition a) {
        Integer i1 = a.op1().accepter(this);
        Integer i2 = a.op2().accepter(this);
        return i1 + i2;
    }
}
```

La classe TestExpression

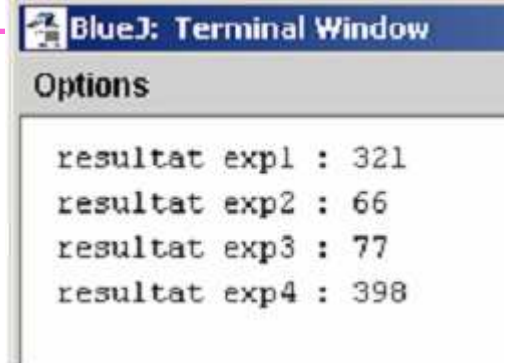
```
public class TestExpression{

    public static void main(String[] args){
        Visiteur vc = new VisiteurDeCalcul();
        Expression exp1 = new Nombre(321);
        System.out.println(" resultat exp1 : " + exp1.accepter(vc));

        Expression exp2 = new Addition(
            new Nombre(33),
            new Nombre(33)
        );
        System.out.println(" resultat exp2 : " + exp2.accepter(vc));

        Expression exp3 = new Addition(
            new Nombre(33),
            new Addition(
                new Nombre(33),
                new Nombre(11)
            )
        );
        System.out.println(" resultat exp3 : " + exp3.accepter(vc));

        Expression exp4 = new Addition(exp1,exp3);
        System.out.println(" resultat exp4 : " + exp4.accepter(vc));
    }
}
```



BlueJ: Terminal Window

Options

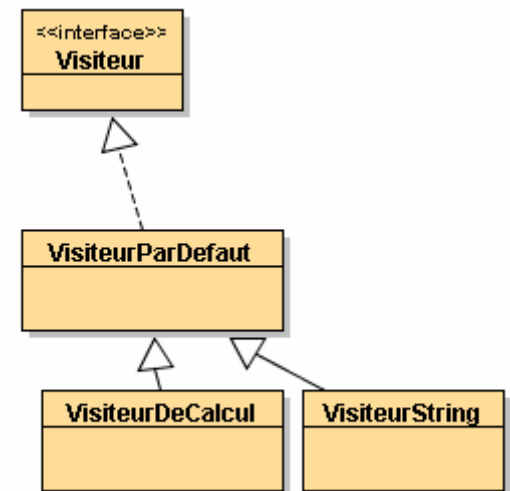
```
resultat exp1 : 321
resultat exp2 : 66
resultat exp3 : 77
resultat exp4 : 398
```

Le Composite a une autre visite

```
public class VisiteurString
    extends VisiteurParDefaut<String>{

    public String visiteNombre(Nombre n) {
        return Integer.toString(n.valeur());
    }

    public String visiteAddition(Addition a) {
        String i1 = a.op1().accepter(this);
        String i2 = a.op2().accepter(this);
        return "(" + i1 + " + " + i2 + ")";
    }
}
```



La classe TestExpression re-visitée

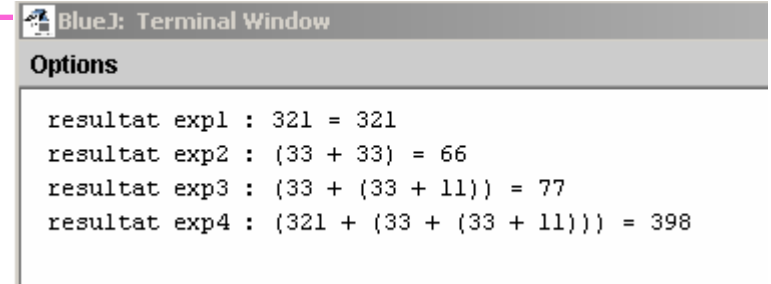
```
public class TestExpression{

    public static void main(String[] args){
        Visiteur<Integer> vc = new VisiteurDeCalcul();
        Visiteur<String> vs = new VisiteurString();
        Expression exp1 = new Nombre(321);
        System.out.println(" resultat exp1 : " + exp1.accepter(vs) + " = " +
                           exp1.accepter(vc));

        Expression exp2 = new Addition(new Nombre(33),new Nombre(33));
        System.out.println(" resultat exp2 : " + exp2.accepter(vs) + " = " +
                           exp2.accepter(vc));

        Expression exp3 = new Addition(
                                new Nombre(33),
                                new Addition(new Nombre(33),new Nombre(11))
                            );
        System.out.println(" resultat exp3 : " + exp3.accepter(vs) + " = " +
                           exp3.accepter(vc));

        Expression exp4 = new Addition(exp1,exp3);
        System.out.println(" resultat exp4 : " + exp4.accepter(vs) + " = " +
                           exp4.accepter(vc));
    }
}
```



BlueJ: Terminal Window

Options

```
resultat exp1 : 321 = 321
resultat exp2 : (33 + 33) = 66
resultat exp3 : (33 + (33 + 11)) = 77
resultat exp4 : (321 + (33 + (33 + 11))) = 398
```

Le Composite pourrait avoir d'autres visites

```
public class AutreVisiteur extends VisiteurParDefaut<T>{  
  
    public T visiteNombre(Nombre n) {  
        // une implémentation  
    }  
  
    public T visiteAddition(Addition a) {  
        // une implémentation  
    }  
}
```

Le pattern Visiteur

- **Contrat rempli :**
 - Aucune modification du composite :-> couplage faible entre la structure et son analyse
 - Tout type de visite est à la charge du client :
 - tout devient possible ...

Mais

- Convient aux structures qui n'évoluent pas ou peu
 - Une nouvelle feuille du pattern Composite engendre une nouvelle redéfinition de tous les visiteurs
- **Alors à suivre...**

Discussion

- **Composite**

- **Interpréteur**

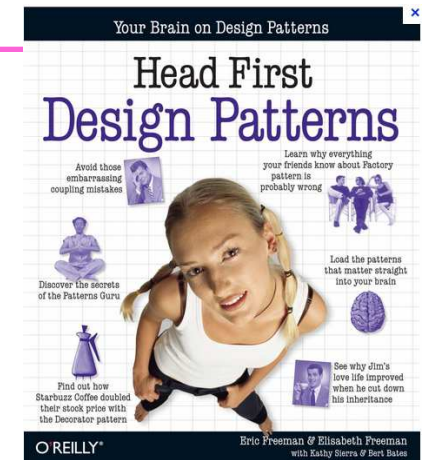
- **Visiteur**

- <https://today.java.net/pub/a/today/2008/04/10/source-code-analysis-using-java-6-compiler-apis.html>

- **Itérateur, est-ce un oubli ?**

- Voir en annexe

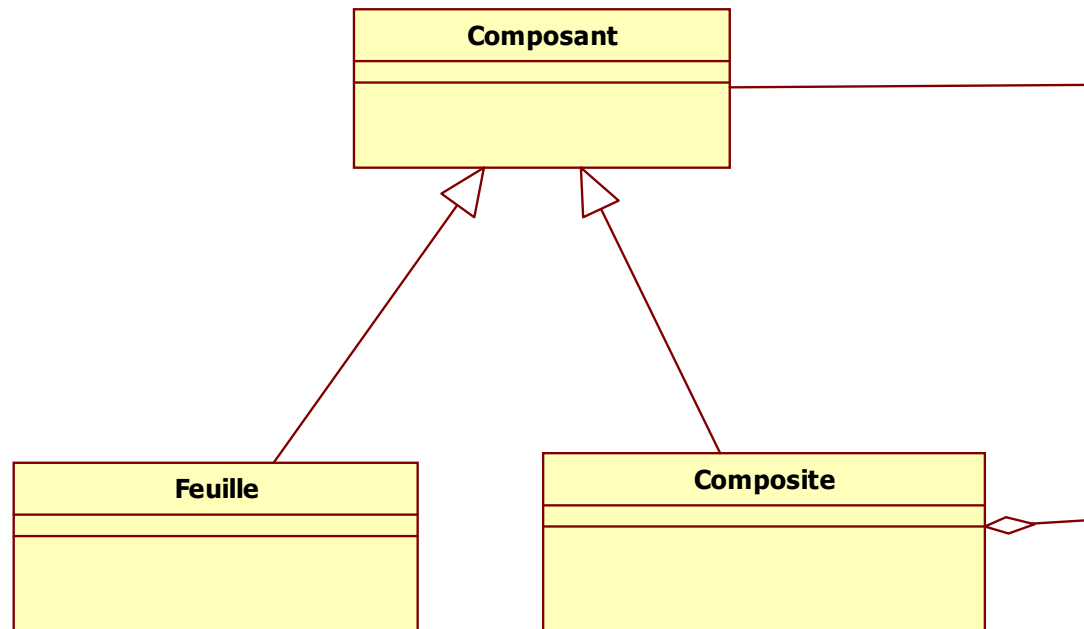
- (prévoir un aspirine ... code extrait de tête la première, migraine en vue)
- <http://www.sws.bfh.ch/~amrhein/ADP/HeadFirstDesignPatterns.pdf>



Annexes

- **Patron Composite et parcours**
 - **Souvent récursif, « intra-classe »**
 - **Avec un itérateur**
 - **Même recette ...**
 - **Une pile mémorise l'itérateur de chaque classe « composite »**
 - **Avec un visiteur**
 - **Java API Compiler avec les visiteurs**

Composite et Iterator



- **Structure réursive « habituelle »**

- **Classe Composite : un schéma**

```
public class Composite
    extends Composant implements Iterable<Composant>{
    private List<Composite> liste;

    public Composite(...){
        this.liste = ...
    }
    public void ajouter(Composant c){
        liste.add(c);
    }

    public Iterator<Composant> iterator(){
        return new CompositeIterator(liste.iterator());
    }
}
```

CompositeIterator : comme sous-classe

```
private
class CompositeIterator
    implements Iterator<Composant>{

    // une pile d'itérateurs,
    // un itérateur par composite
    private Stack<Iterator<Composant>> stk;

    public CompositeIterator (Iterator<Composant> iterator){
        this.stk = new Stack<Iterator<Composant>>();
        this.stk.push(iterator);
    }
}
```

next

```
public Composant next(){
    if(hasNext()){
        Iterator<Composant> iterator = stk.peek();
        Composant cpt = iterator.next();
        if(cpt instanceof Composite){
            Composite gr = (Composite)cpt;
            stk.push(gr.liste.iterator());
        }
        return cpt;
    }else{
        throw new NoSuchElementException();
    }
}

public void remove(){
    throw new UnsupportedOperationException();
}
}
```

hasNext

```
public boolean hasNext(){
    if(stk.empty()){
        return false;
    }else{
        Iterator<Composant> iterator = stk.peek();
        if( !iterator.hasNext()){
            stk.pop();
            return hasNext();
        }else{
            return true;
        }
    }
}
```

Un test unitaire possible

```
public void testIterator (){
    try{
        Composite g = new Composite();
        g.ajouter(new Composant());
        g.ajouter(new Composant());
        g.ajouter(new Composant());
        Composite g1 = new Composite();
        g1.ajouter(new Composant());
        g1.ajouter(new Composant());
        g.ajouter(g1);

        for(Composite cpt : g){ System.out.println(cpt);}

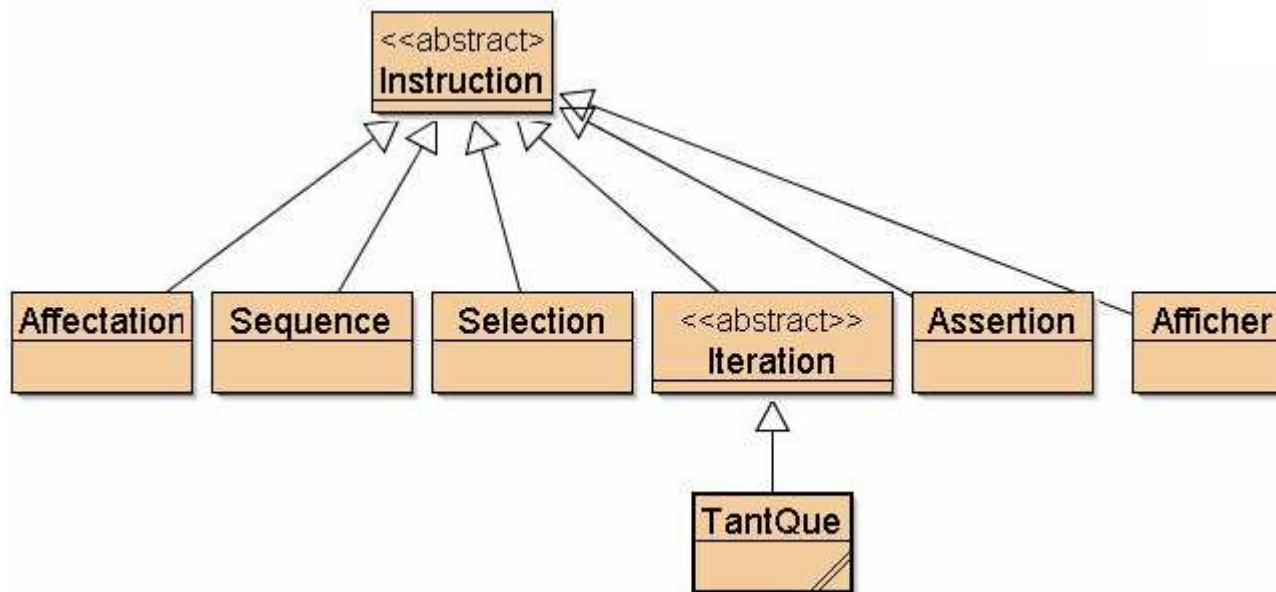
        Iterator<Composite> it = g.iterator();
        assertTrue(it.next() instanceof Composant);
        assertTrue(it.next() instanceof Composant);
        assertTrue(it.next() instanceof Composant);
        assertTrue(it.next() instanceof Groupe);
        // etc.
    }
}
```


Discussions annexes

- Itérateur compliqué ?
- Le visiteur tu préféreras

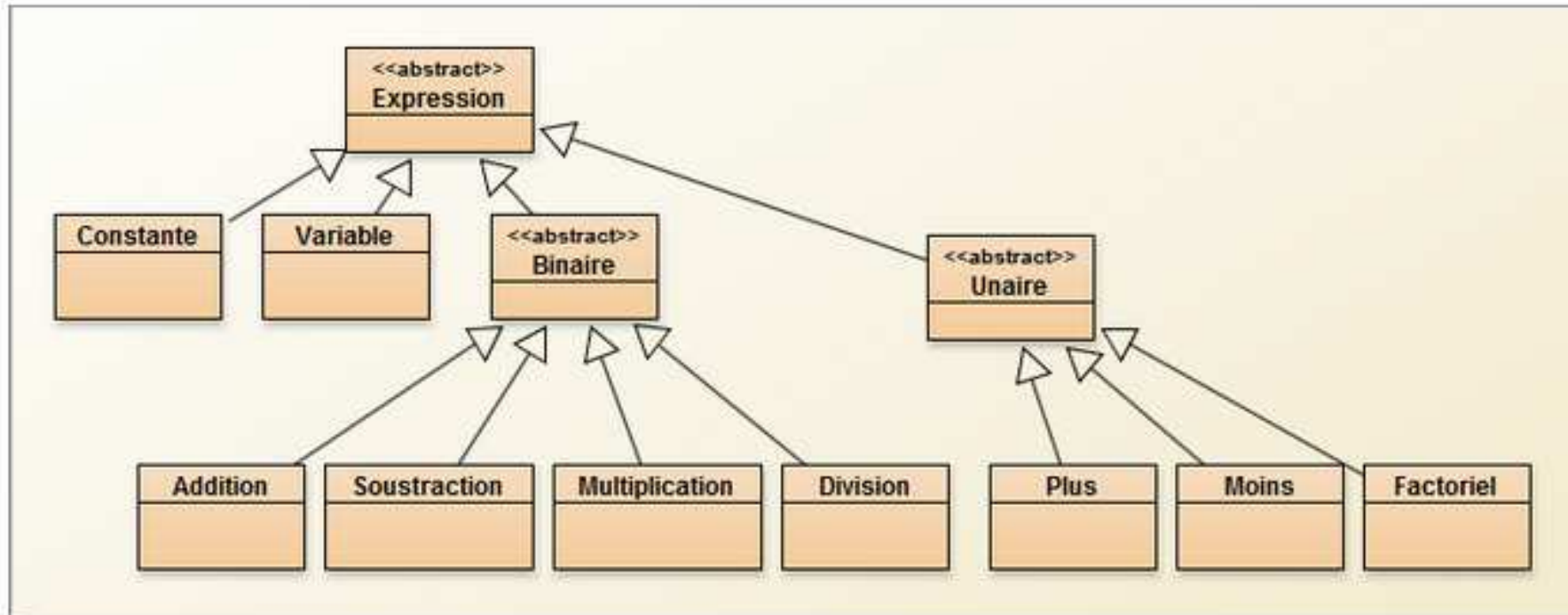
Annexe : Un petit langage

- Composite pour un tout petit langage impératif
 - Instructions
 - Affectation, Séquence, Selection, Itération
 - Diverses : Assertion, Afficher



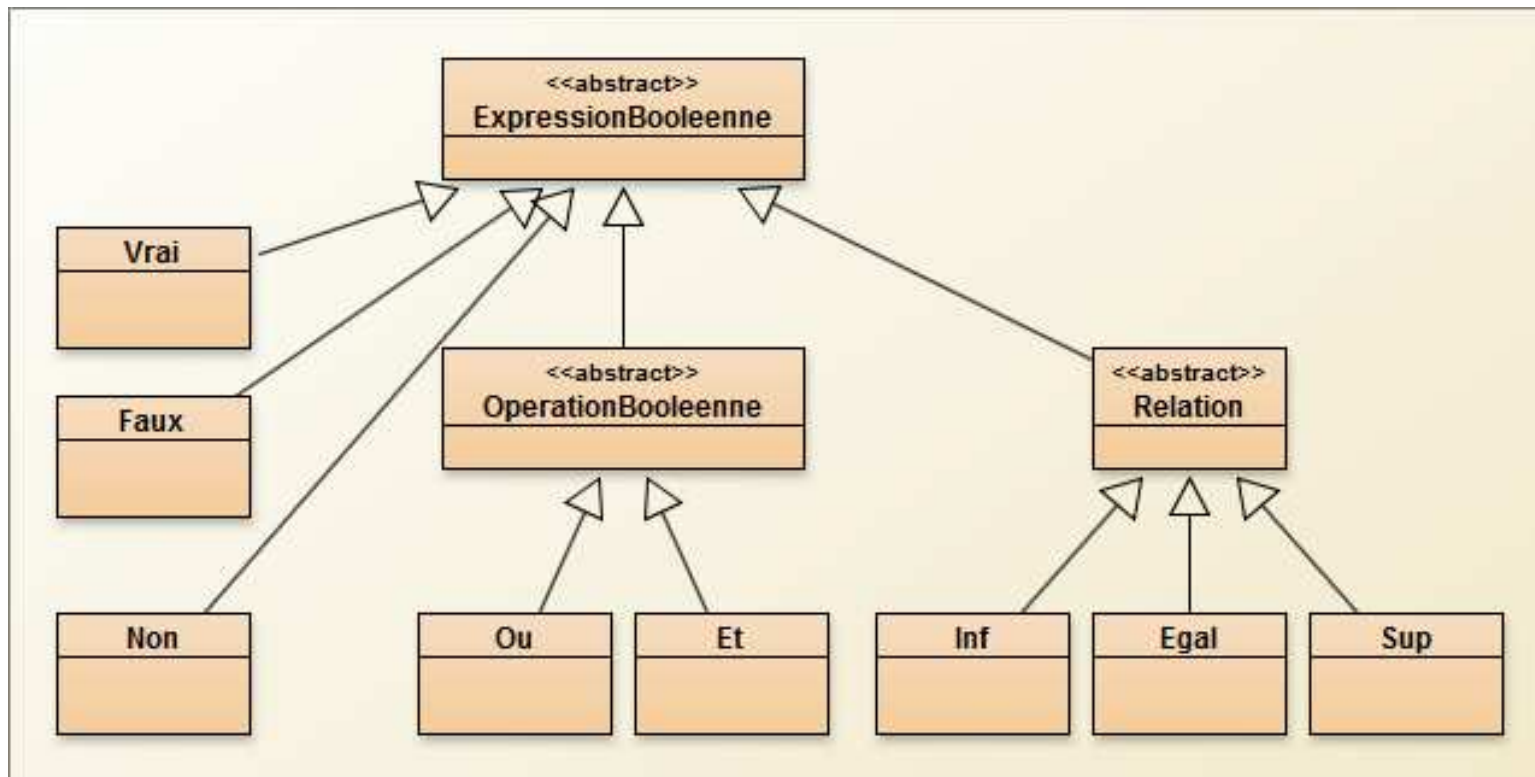
Expressions

- Composite Expressions arithmétiques (cf. ce support)

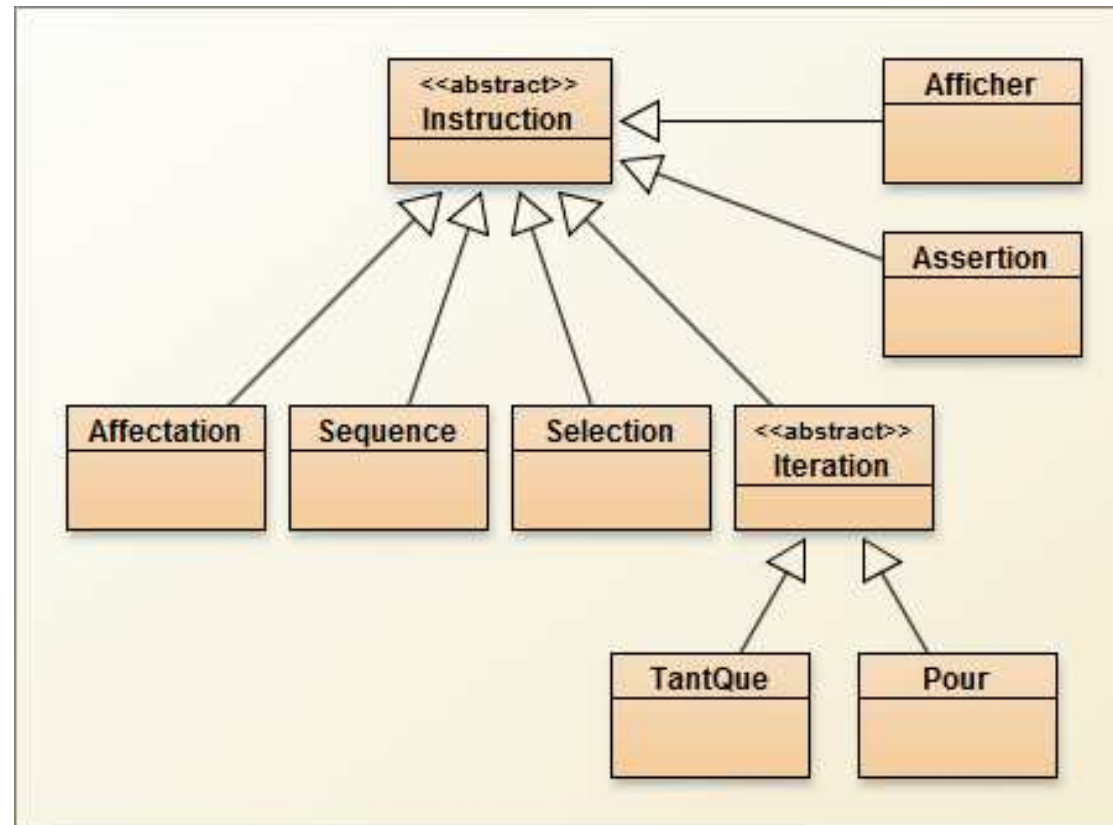


Expressions

- **Composite Expressions booléennes**

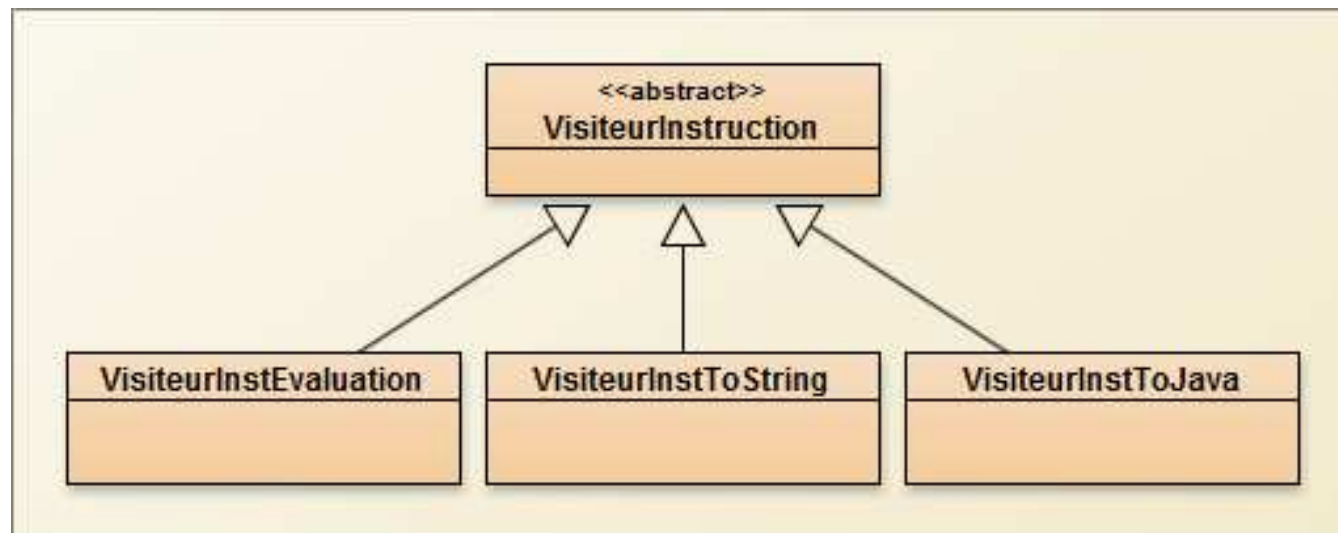


Instructions



Visiteurs

- **Visite d'une instance d'un composite**
 - Pour une conversion en String
 - Pour une évaluation
 - Pour une conversion en source Java
 - ...



Exemple : évaluation de Factoriel !!!

```
public void testFactoriel(){
    Contexte m = new Memoire();
    Variable x = new Variable(m,"x",5);
    Variable fact = new Variable(m,"fact",1);

    VisiteurExpression ve = new VisiteurEvaluation(m);
    VisiteurExpressionBooleenne vb = new VisiteurBoolEvaluation(ve);
    VisiteurInstruction vi = new VisiteurInstEvaluation(ve,vb);

    Instruction i =
        new TantQue(
            new Sup(x,new Constante(1)),
            new Sequence(
                new Affectation(fact,new Multiplication(fact,x)),
                new Affectation(x,new Soustraction(x,new Constante(1))))
        );

    i.accepter(vi);
    assertTrue(" valeur erronée", m.lire("fact")==fact(5)); // ← vérification
}
```

Vérification en Java de factoriel...

```
private static int fact(int n){  
    if(n==0) return 1;  
    else return n*fact(n-1);  
}
```

```
private static int fact2(int x){  
    int fact = 1;  
    while(x > 1){  
        fact = fact * x;  
        x = x -1;  
    }  
    return fact;  
}
```


Exemple suite, un autre visiteur qui génère du source Java

```
public void test_CompilationDeFactoriel(){
    Contexte m = new Memoire();
    Variable x = new Variable(m,"x",5);
    Variable fact = new Variable(m,"fact",1);

    Instruction inst = // idem transparent précédent
        new TantQue(
            new Sup(x,new Constante(1)),
            new Sequence(
                new Affectation(fact,new Multiplication(fact,x)),
                new Affectation(x,new Soustraction(x,new Constante(1))))
        );

    VisiteurExpression<String> ves = new VisiteurInfixe(m);
    VisiteurExpressionBooleenne<String> vbs = new VisiteurBoolToJava(ves);
    VisiteurInstruction<String> vs = new VisiteurInstToJava(ves,vbs,4);

    // vérification par une compilation du source généré
}
```

Résultat obtenu : Le source généré

```
package question3;

public class Fact{

    public static void main(String[] args)throws Exception{
        int fact=1;
        int x=5;

        while(x > 1){
            fact = (fact * x) ;
            x = (x - 1);
        }
    }
}
```

Un visiteur qui engendre du bytecode

- **Bytecode** :code intermédiaire de la machine java
- **Mnémoniques** issus de l'assembleur jasmin

- <http://jasmin.sourceforge.net/>



Exemple suite, un autre visiteur qui génère du bytecode Java

```
public void test_CompilationDeFactoriel(){
    Contexte m = new Memoire();
    Variable x = new Variable(m,"x",5);
    Variable fact = new Variable(m,"fact",1);

    Instruction inst = // idem transparent précédent
        new TantQue(
            new Sup(x,new Constante(1)),
            new Sequence(
                new Affectation(fact,new Multiplication(fact,x)),
                new Affectation(x,new Soustraction(x,new Constante(1))))
        );

    Code code = new Code("TestsFactoriel", m);
    VisiteurExprJasmin vej = new VisiteurExprJasmin(m,code);
    VisiteurBoolJasmin vbj = new VisiteurBoolJasmin(vej);
    VisiteurInstJasmin vij = new VisiteurInstJasmin(vej,vbj);

    // vérification par l'exécution de l'assembleur Jasmin
}
```

Le bytecode généré

compatible [jasmin](http://jasmin.sourceforge.net/) *jasmin.sourceforge.net/*

```
.class public TestsFactoriel
.super java/lang/Object
.method public static main([Ljava/lang/String;)V
.limit stack 3                                #_25:
.limit locals 3                                ifeq #_43
    ldc 1                                       iload 1
    istore 1                                    iload 2
    ldc 5                                       imul
    istore 2                                    istore 1
#_14:                                           iload 2
    iload 2                                       iconst_1
    iconst_1                                    isub
    if_icmple #_23                               istore 2
    iconst_1                                    goto #_14
    goto #_25
#_23:                                           #_43:
    iconst_0                                    return
                                                .end method
```

Un détail : la visite pour TantQue

```
public Integer visite(TantQue tq){  
  
    int start = code.addLabel(code.currentPosition());  
    int hc = tq.cond().accepter(this.vbj);  
    code.add("ifeq");  
    int jumpIfAddr = code.add("labelxxxx");  
    int h = tq.i1().accepter(this);  
    code.add("goto");  
    int jumpAddr = code.add("labelxxxx");  
    code.setLabel(jumpAddr,start);  
    code.setLabel(jumpIfAddr,code.addLabel(code.currentPosition()));  
  
    return Math.max(hc,h);  
}
```

les visites pour Affectation et Sequence

```
public Integer visite(Affectation a){
    int h = a.exp().accepter(this.vej);
    int idx = code.varIndex(a.v().nom());
    if(idx >= 0 && idx <=3){
        code.add("istore_" + idx);
    }else{
        code.add("istore"); code.add(idx);
    }
    return h;
}
```

```
public Integer visite(Sequence seq){
    int h1 = seq.i1().accepter(this);
    int h2 = seq.i2().accepter(this);
    return Math.max(h1,h2);
}
```

Un détail : la visite pour TantQue

```
public Integer visite(Sup sup){
    int h1 = sup.op1().accepter(this.vbc);
    int h2 = sup.op2().accepter(this.vbc);
    code.add("if_icmple");
    int jumpIfAddr = code.currentPosition();
    code.add("labelxxxxx");
    code.add("iconst_1");
    code.add("goto");
    int jumpAddr = code.currentPosition();
    code.add("labelxxxxx");
    code.setLabel(jumpIfAddr,code.currentPosition());
    code.addLabel(code.currentPosition());
    code.add("iconst_0");
    code.setLabel(jumpAddr,code.currentPosition());
    code.addLabel(code.currentPosition());
    return Math.max(1, h1+h2);
}
```


Démonstration

Questions ...

API Compiler

The Java Compiler Tree API provides three implementations of `TreeVisitor`; namely, `SimpleTreeVisitor`, `TreePathScanner`, and `TreeScanner`. The demo application uses a `TreePathScanner` to extract information about the Java source file. The `TreePathScanner` is a `TreeVisitor` that visits all the child tree nodes and provides support for maintaining a path for the parent nodes. The `scan()` method of the `TreePathScanner` needs to be invoked to scan the tree. To visit nodes of a particular type, just override the corresponding `visitXYZ` method. Inside your visit method, call `super.visitXYZ` to visit descendant nodes. The code snippet of a typical visitor class is shown below:

```
[prettify]
public class CodeAnalyzerTreevisitor extends TreePathScanner<Object, Trees> {
    @Override
    public Object visitClass(ClassTree classTree, Trees trees) {
        ---- some code ----
        return super.visitClass(classTree, trees);
    }
    @Override
    public Object visitMethod(MethodTree methodTree, Trees trees) {
        ---- some code ----
        return super.visitMethod(methodTree, trees);
    }
}
```

- <https://today.java.net/pub/a/today/2008/04/10/source-code-analysis-using-java-6-compiler-apis.html>