Initiation génie logiciel : conception logicielle (2/2)

Arnaud Labourel (arnaud.labourel@univ-amu.fr)

27 septembre 2024

amU Faculté des sciences Aix Marseille Université

Section 1

Patron de conception *Visitor*

Interface Shape

Considérons l'interface suivante :

```
public interface Shape {
  void draw(GraphicsContext context);
  String XMLRepresentation();
}
```

Quel principe SOLID est violé par cette interface ?

Implémentation d'un rectangle

```
public class  Rectangle implements Shape {
  public double x, y, w, h;
  public Rectangle(double x, double y, double w, double h) {
    this.x = x; this.y = y; this.w = w; this.h = h;
  }
  public void draw(GraphicsContext context) {
    context.strokeRect(x, y, h, w);
  }
  public String XMLRepresentation() {
    return "<Rectangle><x>" + x + "</x>" + ... + "</Rectangle>" ;
  }
}
```

Quel principe SOLID est violé par cette classe ?

Implémentation d'un cercle

```
public class Circle implements Shape {
  public final double x, y, radius;
  public Circle(double x, double y, double radius) {
    this.x = x; this.y = y;
    this.radius = radius;
  }
  public void draw(GraphicsContext context) {
    context.strokeOval(x-radius, y - radius, 2*radius, 2*radius);
  }
  public String XMLRepresentation() {
    return "<Circle><x>" + x + "</x><y>" + y + "</y>" +
          + "<radius>" + radius + "</radius></Circle>" ;
  }
}
```

Classes et méthodes

		classes			
		Rectangle	Circle	Polygon	...
méthodes	draw()				
	XMLRepresentation()				
	...				

Dans le tableau ci-dessus, on a :

- Une classe par colonne
- Une méthode par ligne
- SRP violé, car plusieurs responsabilités dans chaque classe
- OCP violé car le nombre de lignes peut augmenter

Solution

Définir une classe par ligne en utilisant le patron de conception *Visitor*

Interfaces pour *Visitor*

Création des deux interfaces qui permettent de coder *Visitor* :

```
public interface Shape {
  <R> R accept(ShapeVisitor<R> visitor);
}

public interface ShapeVisitor<R> {
  R visit(Rectangle rectangle);
  R visit(Circle circle);
}
```

Nouvelle classe `Circle`

Simplification des classes et implémentation de la méthode `accept` :

```
public class Circle implements Shape {
  public final double x, y, radius;
  public Circle(double x, double y, double radius) {
    this.x = x;
    this.y = y;
    this.radius = radius;
  }

  public <R> R accept(ShapeVisitor<R> visitor) {
    return visitor.visit(this);
  }
}
```

Nouvelle classe Rectangle

Simplification des classes et implémentation de la méthode accept :

```
public class Rectangle implements Shape {
  public double x, y, w, h;
  public Rectangle(double x, double y, double w, double h) {
    this.x = x; this.y = y; this.w = w; this.h = h;
  }

  public <R> R accept(ShapeVisitor<R> visitor) {
    return visitor.visit(this);
  }
}
```

Implémentation du visiteur DrawerVisitor (1/2)

```
public class DrawerVisitor implements ShapeVisitor<Void> {
  private GraphicsContext context;
  public DrawerVisitor(GraphicsContext context) {
    this.context = context;
  }
  public void draw(List<Shape> shapes) {
    for (Shape shape : shapes)
      shape.accept(this);
  }
  /* Voir slide suivant pour la suite */
}
```

Implémentation du visiteur DrawerVisitor (2/2)

```
public class DrawerVisitor implements DrawableVisitor {
  @Override
  public Void visit(Rectangle rectangle) {
    context.strokeRect(rectangle.x, rectangle.y,
    rectangle.h, rectangle.w);
    return null;
  }
  public Void visit(Circle circle) {
    context.strokeOval(circle.x - circle.radius,
    circle.y - circle.radius,
    circle.radius*2, circle.radius*2);
    return null;
  }
}
```

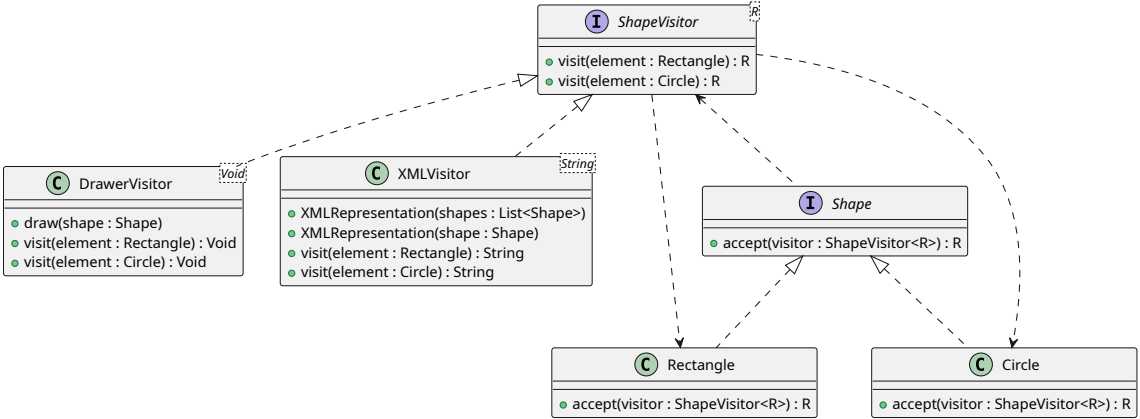
Implémentation du visiteur XMLVisitor (1/2)

```
public class XMLVisitor implements ShapeVisitor<String> {
  public String XMLRepresentation(List<Shape> shapes) {
    StringBuilder builder = new StringBuilder( "<Shapes>" );
    for (Shape shape : shapes)
      builder.append(XMLRepresentation(shape));
    builder.append("</Shapes>");
    return builder.toString();
  }
  public String XMLRepresentation(Shape shape) {
    return shape.accept(this);
  }
  /* Voir slide suivant pour la suite */
}
```

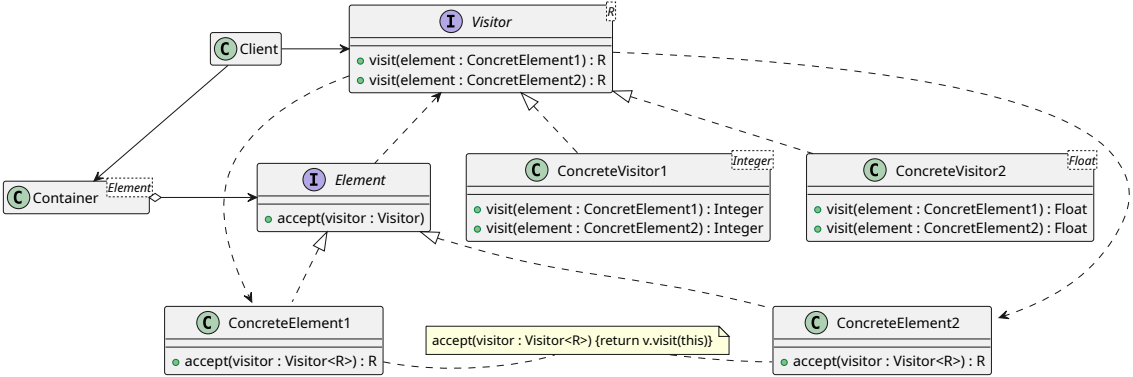
Implémentation du visiteur XMLVisitor (2/2)

```
public class XMLVisitor implements ShapeVisitor<String> {
  // suite du slide précédent
  @Override
  public String visit(Rectangle rectangle) {
    return "<Rectangle><x>" + x + "</x><y>" + y + "</y>" +
          "<width>" + w + "</width><height>" + h + "</height>"
          + "</Rectangle>" ;
  }
  public String visit(Circle circle) {
    return "<Circle><x>" + x + "</x><y>" + y + "</y>" +
          + "<radius>" + radius + "</radius></Circle>" ;
  }
}
```

Patron de conception *Visitor*



Patron de conception *Visitor*



Patron de conception *Visitor*

Intention

Séparer les algorithmes des classes sur lesquels ils opèrent.

Avantages :

- ajout facile d'un nouveau comportement (OCP)
- extraction d'un comportement hors de la classe (SRP)
- Cohérence du comportement entre différents objets

Désavantages :

- Ajout d'une classe difficile
- Accès aux données internes des objets souvent requis par le visiteur

Section 2

Premier principe SOLID : Single Responsibility Principle (SRP)

Single Responsibility Principle (SRP)

SRP (Robert C. Martin, 2004)

Un module ne doit être responsable que d'un (et un seul) acteur.

Acteur : groupe de personne pouvant demander un changement (utilisateurs, ...).
Module : partie du logiciel décrit dans un seul fichier

- Une responsabilité est une raison de changer
- Une classe ne doit avoir qu'une seule raison de changer

Pourquoi respecter SRP ?

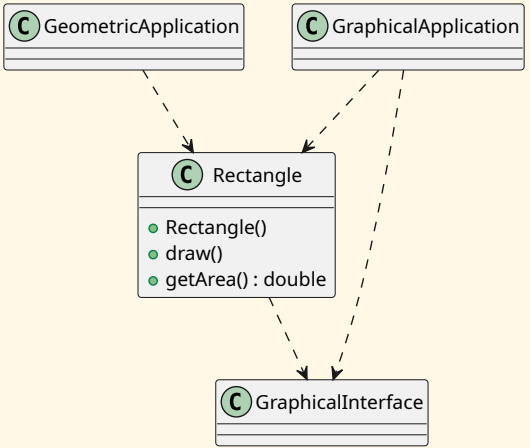
- Si une classe a plusieurs responsabilités, elles sont couplées
- Dans ce cas, la modification d'une des responsabilités nécessite de :
  - tester à nouveau l'implémentation des autres responsabilités
  - modifier potentiellement les autres responsabilités
  - déployer à nouveau les autres responsabilités
- Donc, vous risquez de :
  - introduire des bugs
  - de perdre du temps

Avantages SRP

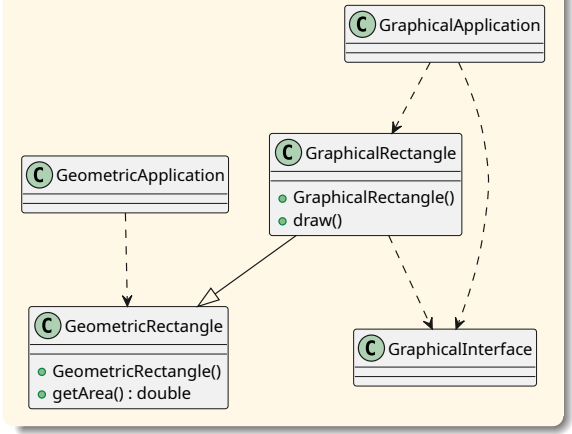
- Diminution de la complexité du code
- Amélioration de la lisibilité du code
- Meilleure organisation du code
- Modification locale lors des évolutions
- Augmentation de la fiabilité (classes simples plus facile à tester)
- Les classes ont davantage de chance d'être réutilisables

Violation simple SRP

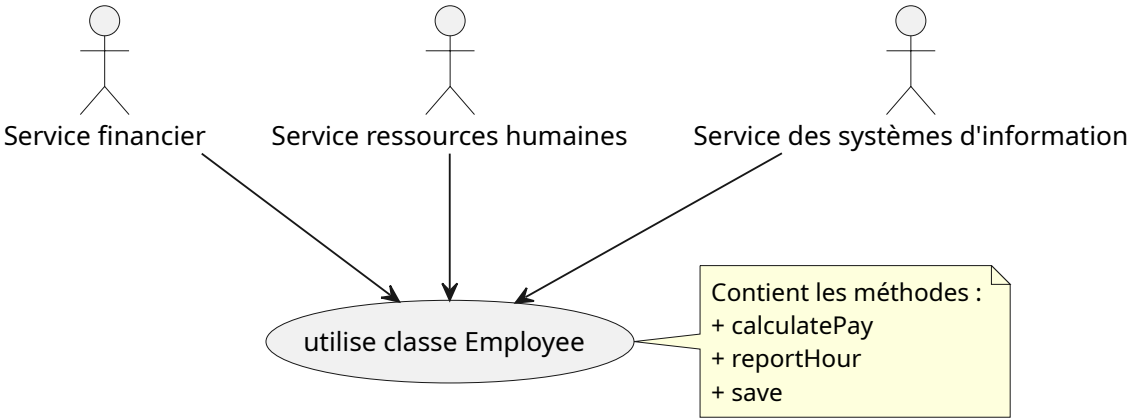
Violation de SRP



Séparation des responsabilités



Exemple : système de paiement de salaire



Violation SRP

La classe `Employee` dépend de trois acteurs différents car :

- la méthode `calculatePay` qui calcule le salaire dépend du service financier ;
- la méthode `reportHours` qui permet à l'employé d'indiquer ces horaires de travail dépend du service des ressources humaines ;
- la méthode `save` qui permet de sauvegarder l'employé dans la base de donnée dépend du service des systèmes d'information.

Deux problèmes :

- *couplages* de fonctionnalité pouvant entraîner des bugs
- *merges* à gérer dans le cas où deux acteurs font un changement en même temps

Exemple de problème

Méthode `regularHours` présente dans `Employee` pour calculer les heures normales de travail de l'employé.

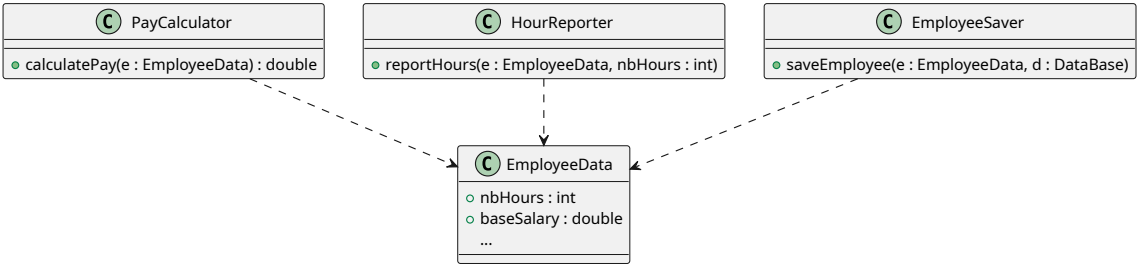
`regularHours` est utilisé par :

- `calculatePay` qui dépend du service financier ;
- `reportHours` qui dépend du service des ressources humaines.

Un service peut modifier la méthode `regularHours` sans voir qu'elle est utilisé par un autre service et donc créer un bug pour l'autre service.

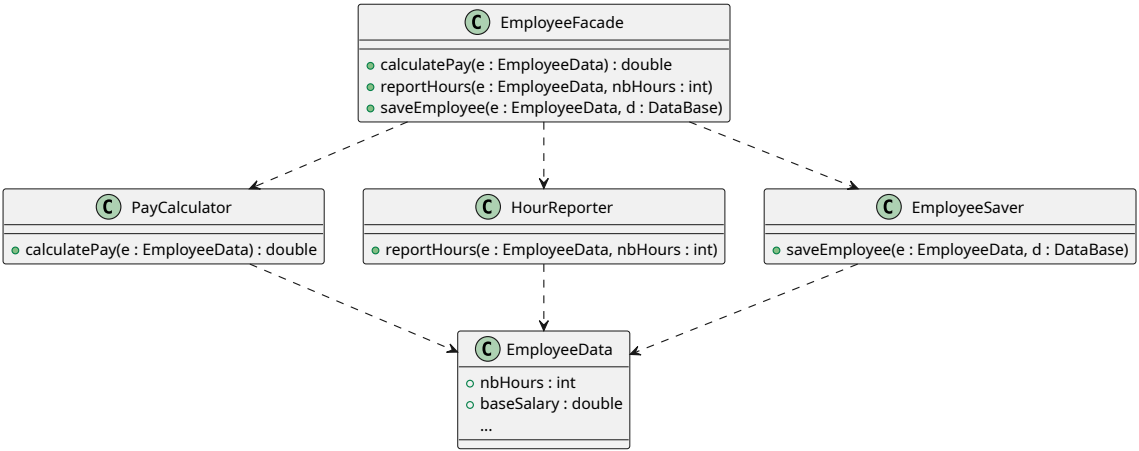
Solution : séparer les données des méthodes

Une solution est de séparer les données des fonctions en créant trois classes distinctes dont chacune accède aux données de l'employé.



Solution : utiliser le patron de conception *facade*

SI on veut avoir à nouveau qu'un seul objet correspondant à un employé, on peut utiliser le patron de conception *facade*.



SRP en une image

Section 3

Deuxième principe SOLID : Open/Closed Principle (OCP)

Open/Closed Principle (OCP)

OCP (Bertrand Meyer, 1988)

Programme ouvert pour l'extension, fermé à la modification

On doit pouvoir ajouter une nouvelle fonctionnalité :

- en ajoutant des classes (ouvert pour l'extension)
- sans modifier le code existant (fermé à la modification)

Avantages :

- Le code existant n'est pas modifié $\Rightarrow$ augmentation de la fiabilité
- Les classes ont plus de chance d'être réutilisables
- Simplification de l'ajout de nouvelles fonctionnalités

Exemple avec des classes Circle et Rectangle

```
public class Circle {
  public Point center; public int radius;
  public Circle(Point center, int radius) {
    this.center = center;
    this.radius = radius;
  }
}
public class Rectangle {
  public Point point1, point2;
  public Rectangle(Point point1, Point point2) {
    this.point1 = point1;
    this.point2 = point2;
  }
}
```

Non-respect d'OCP (1/3)

Première étape : simplifier le code de la méthode.

```
public class GraphicTools {
  static void draw(Graphics graphics, List<Object> objects) {
    for (Object object : objects) {
      if (object instanceof Rectangle) {
        Rectangle rectangle = (Rectangle)object;
        drawRectangle(graphics, rectangle);
      } else if (object instanceof Circle) {
        Circle circle = (Circle)object;
        drawCircle(graphics, circle);
      }
    }
  }
}
```

Non-respect d'OCP (2/3)

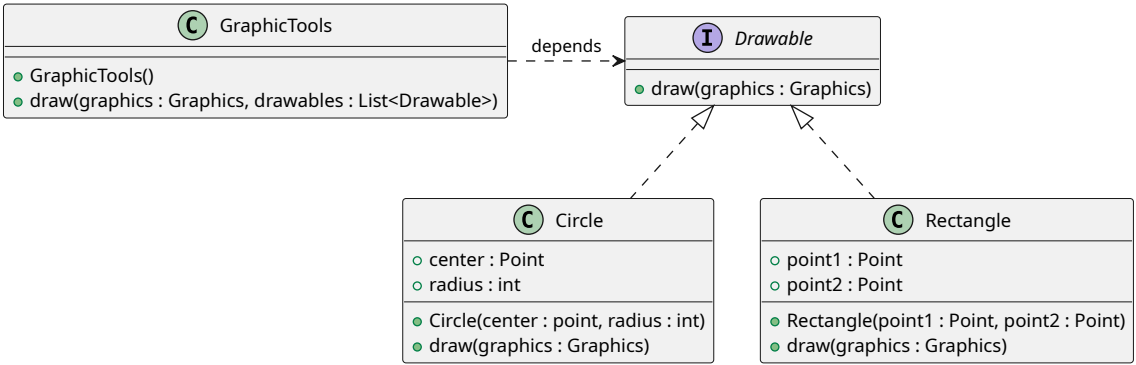
Créer une méthode pour dessiner

```
public class GraphicTools {
  static void drawRectangle(Graphics graphics, Rectangle rectangle) {
    int x = Math.min(rectangle.point1.x, rectangle.point2.x);
    int y = Math.min(rectangle.point1.y, rectangle.point2.y);
    int width = Math.abs(rectangle.point1.x - rectangle.point2.x);
    int height = Math.abs(rectangle.point1.y - rectangle.point2.y);
    graphics.drawRect(x, y, width, height);
  }
}
```

Non-respect d'OCP (3/3)

```
public class GraphicTools {
  static void drawCircle(Graphics graphics, Circle circle) {
    int x = circle.center.x - circle.radius;
    int y = circle.center.y - circle.radius;
    int width = circle.radius * 2;
    int height = circle.radius * 2;
    graphics.drawOval(x, y, width, height);
  }
}
```

Solution avec une interface et de l'abstraction



Implémentation du diagramme

```java
public interface Drawable {
  void draw(Graphics graphics);
}
public class GraphicTools {
  static void draw(Graphics graphics, List<Drawable> drawables) {
    drawables.forEach(drawable->drawable.draw(graphics));
  }
}
```

Classe Circle

```
public class Circle implements Drawable {
public Point center;
public int radius;
public Circle(Point center, int radius) {
  this.center = center;
  this.radius = radius;
}
public void draw(Graphics graphics) {
  int x = center.x - radius;
  int y = center.y - radius;
  int width = radius * 2;
  int height = radius * 2;
  graphics.drawOval(x, y, width, height);
}
```

Classe Rectangle

```
public class Rectangle implements Drawable {
  public Point point1, point2;
  public Rectangle(Point point1, Point point2) {
    this.point1 = point1;
    this.point2 = point2;
  }
  public void draw(Graphics graphics) {
    int x = Math.min(point1.x, point2.x);
    int y = Math.min(point1.y, point2.y);
    int width = Math.abs(point1.x - point2.x);
    int height = Math.abs(point1.y - point2.y);
    graphics.drawRect(x, y, width, height);
  }
}
```

Exemple plus complexe : analyse financière

On cherche à développer une application permettant :

- de traiter des données financières pour générer des données d'analyse ;
- d'utiliser ces données pour générer des rapports :
  - sous forme de pdf
  - sous forme de page web

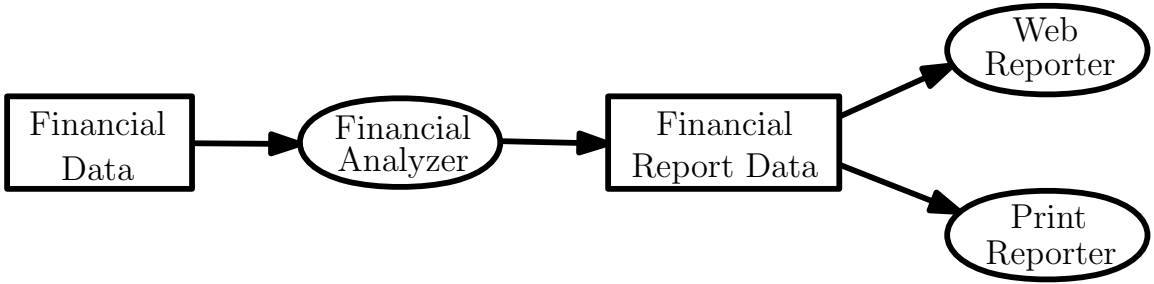
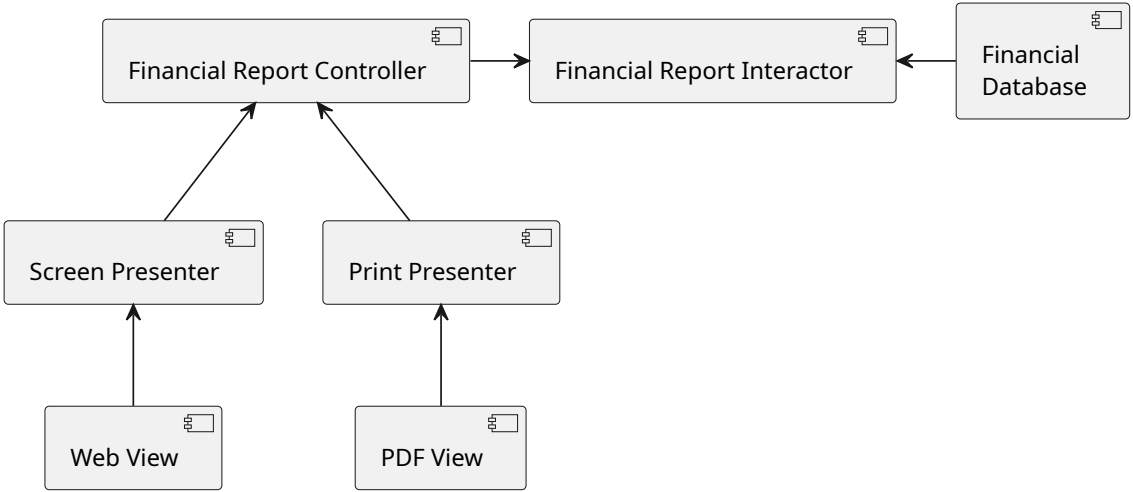


Diagramme de composants



Explications

Appliquer OCP

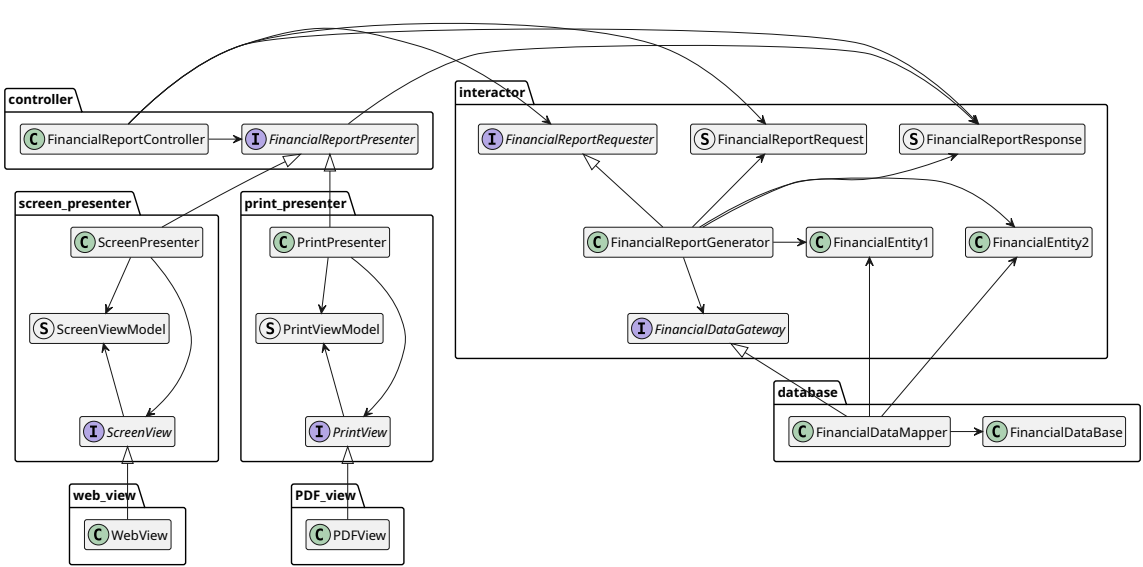
Protéger certains composants du changement dans d'autres composants.

Si on souhaite que les changements d'un composant B n'entraine pas de changement dans le composant A, il faut que B dépende de A et pas l'inverse.

Ordre des degrés de protection souhaitée :

1. **Vues** : bas niveau donc moins important à protéger
2. **Présentateurs**
3. **Contrôleurs**
4. **Interacteurs** : contient la logique métier et donc important à protéger

Diagramme de classes



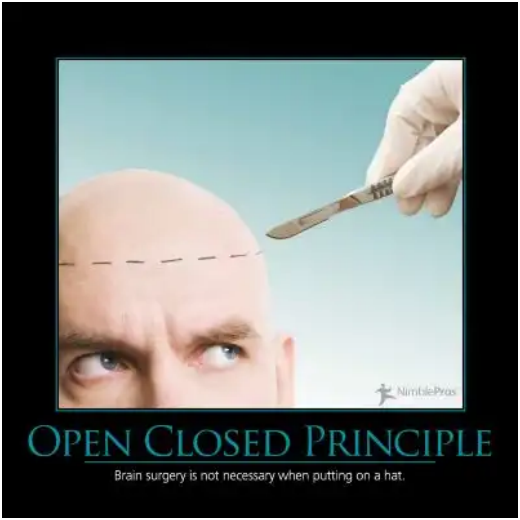
Explications

Dépendances entre classes

Une flèche ($B \rightarrow A$) indique une relation indiquant que la classe B dépend de la classe A.

- Les dépendances ne sont que dans un sens : A ne connait rien de la classe B.
- Entre 2 composants toutes les dépendances sont dans le même sens
- Des interfaces sont introduites pour forcer le sens des dépendances (exemple `FinancialDataGateway` pour la dépendance de `database` vers `interactor`)

OCP en une image



Section 4

Troisième principe SOLID : Liskov Substitution Principle (LSP)

Liskov Substitution Principle (LSP)

LSP (Barbara Liskov 1988)

Les sous-types doivent être substituables par leurs types de base

Si une classe **F** étend une classe **M** alors un programme **P** écrit pour manipuler des instances de type **M** doit avoir le même comportement s'il manipule des instances de la classe **F**.

Avantages :

- Diminution de la complexité du code
- Amélioration de la lisibilité du code
- Meilleure organisation du code
- Modification locale lors des évolutions
- Les classes ont plus de chance d'être réutilisables

Classe Rectangle

Une classe qui permet de représenter un rectangle géométrique :

```
public class Rectangle {
  private double width;
  private double height;
  public void setWidth(double width) { this.width = width; }
  public void setHeight(double height) { this.height = height; }
  public double getWidth() { return width; }
  public double getHeight() { return height; }
  public double getArea() { return width*height; }
}
```

Classe Square extension de Rectangle

Un carré est un rectangle, on devrait pouvoir écrire :

```
public class Square extends Rectangle {
  public void setWidth(double width) {
    super.setWidth(width);
    super.setHeight(width);
  }
  public void setHeight(double height) {
    super.setWidth(height);
    super.setHeight(height);
  }
}
```

Violation de LSP

```
public void test(Rectangle rectangle) {
  rectangle.setWidth(2);
  rectangle.setHeight(3);
  assertThat(rectangle.getArea()).isEqualTo(3*2);
}
```

La mauvaise question

Un carré **est**-il un rectangle ?

La bonne question

Pour les utilisateurs, votre carré **a**-t-il **le même comportement** que votre rectangle ?
La réponse : Dans ce cas, non !

Une solution

```
public interface RectangularShape {
  public abstract double getWidth();
  public abstract double getHeight();
  default double getArea() { return getWidth()*getHeight(); }
}
public class Rectangle implements RectangularShape {
  private double width;
  private double height;
  public void setWidth(double width) { this.width = width; }
  public void setHeight(double height) { this.h = height; }
  public double getWidth() { return width; }
  public double getHeight() { return height; }
}
```

Une solution

```
class Square implements RectangularShape {
  private double sideLength;
  public void setSideLength(double sideLength) {
    this.sideLength = sideLength;
  }
  public double getWidth() { return sideLength; }
  public double getHeight() { return sideLength; }
}
```

LSP en une image

Section 5

Quatrième principe SOLID : Interface Segregation Principle (ISP)

Interface Segregation Principle (ISP)

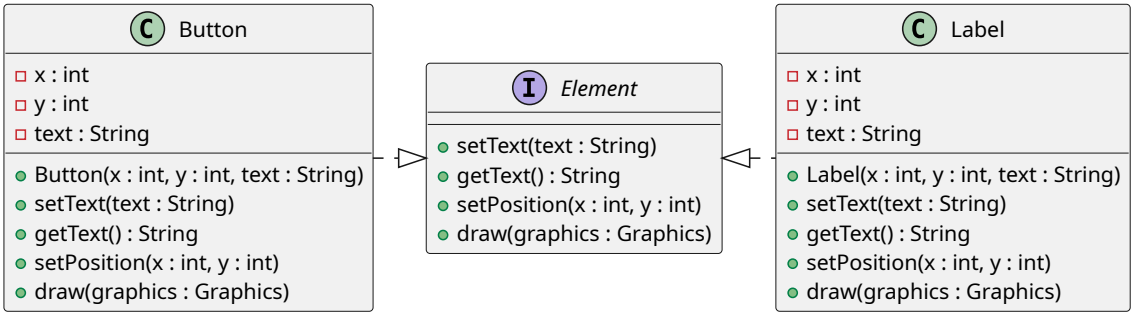
Éviter les interfaces qui contiennent beaucoup de méthodes :

- Découper les interfaces en responsabilités distinctes (SRP)
- Quand une interface grossit, se poser la question du rôle de l'interface
- Éviter de devoir implémenter des services qui n'ont pas à être proposés par la classe qui implémente l'interface
- Limiter les modifications lors de la modification de l'interface

Avantages

- Le code existant est moins modifié $\rightarrow$ augmentation de la fiabilité
- Les classes ont plus de chance d'être réutilisables
- Simplification de l'ajout de nouvelles fonctionnalités

Exemple de violation de ISP



Implémentation

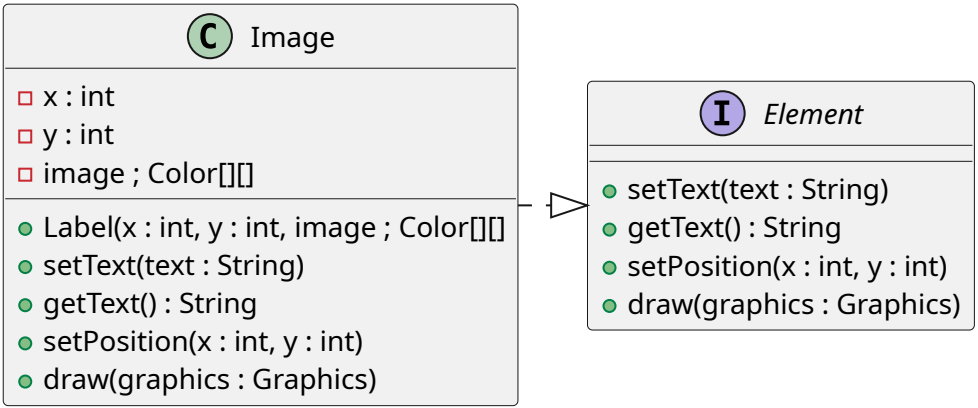
```
public interface Element {
  public void setText(String text);
  public String getText();
  public void setPosition(int x, int y);
  public void draw(Graphics graphics);
}
```

Implémentation

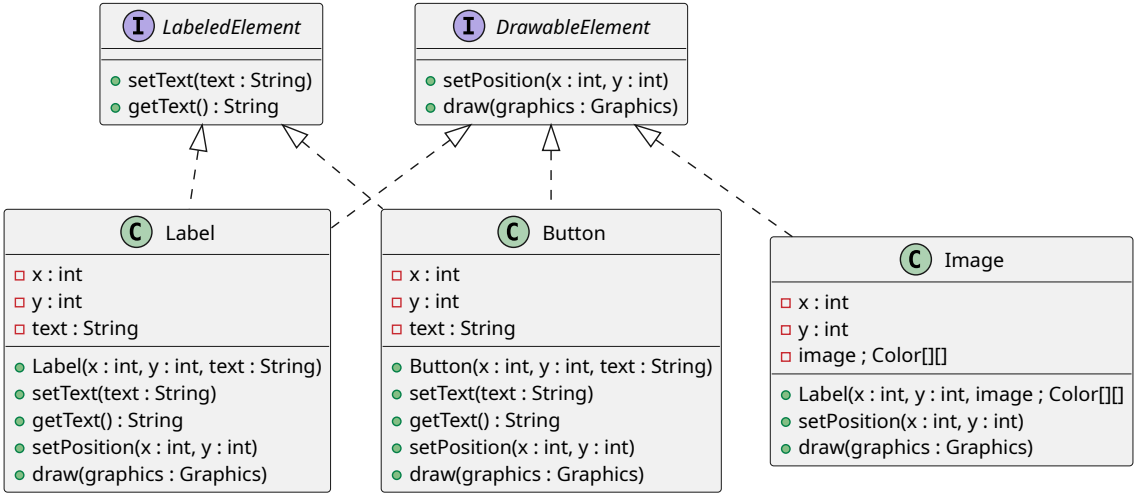
```
public class Label implements Element {
  private int x,y;
  private String text;
  public Label(String text, int x, int y) {
    this.text = text; this.x = x; this.y = y;
  }
  public void setText(String text) { this.text = text; }
  public String getText() { return text; }
  public void setPosition(int x, int y) {
    this.x = x; this.y = y;
  }
  public void draw(Graphics graphics) {
    graphics.drawString(text, x, y);
  }
```

Ajout d'une classe `Image`

Une image n'a pas de texte : que faire dans `setText` et `getText` ?



Solution : découper l'interface



ISP en une image

Section 6

Cinquième principe SOLID : Dependency Inversion Principle (DIP)

Dependency Inversion Principle (DIP)

DIP

Les modules doivent dépendre d'abstractions (interfaces stables) ou d'éléments concrets stables (comme `String` en Java).

- Découpler les différents modules de votre programme
- Les lier en utilisant des interfaces
- Décrire correctement le comportement de chaque module
- Permet de remplacer un module par un autre module plus facilement

Avantages

- Les modules sont plus facilement réutilisables
- Simplification de l'ajout de nouvelles fonctionnalités
- L'intégration est rendue plus facile

Exemple Thermostat (1/2)

```
public class Thermostat {
  BufferedReader t;
  OutputStreamWriter furnace;
  void regulate(double minTemp, double maxTemp)
        throws IOException, InterruptedException{
    for(;;) {
      while (Double.parseDouble(t.readLine()) > minTemp)
        Thread.sleep(1000);
      furnace.write("On");
      while (Double.parseDouble(t.readLine()) < maxTemp)
        Thread.sleep(1000);
      furnace.write("Off");
    }
  }
```

Exemple Thermostat (2/2)

Dépendance technique lecture/écriture de fichier

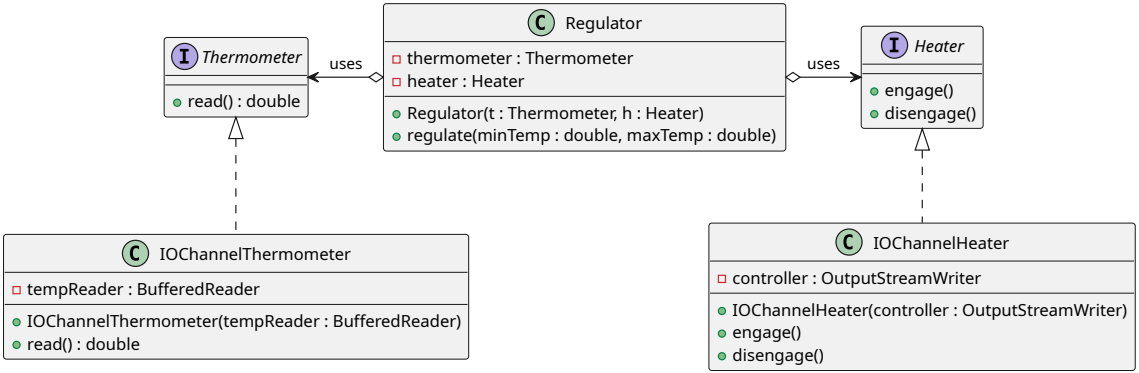
- lecture de la température via lecture fichier
- contrôle chauffage via écriture fichier

- Dépendance à une interface spécifique
- Impossible de réutiliser l'algorithme de régulation pour d'autres méthodes de contrôle

Solution

Extraire les méthodes d'accès requises et les mettre dans des interfaces.

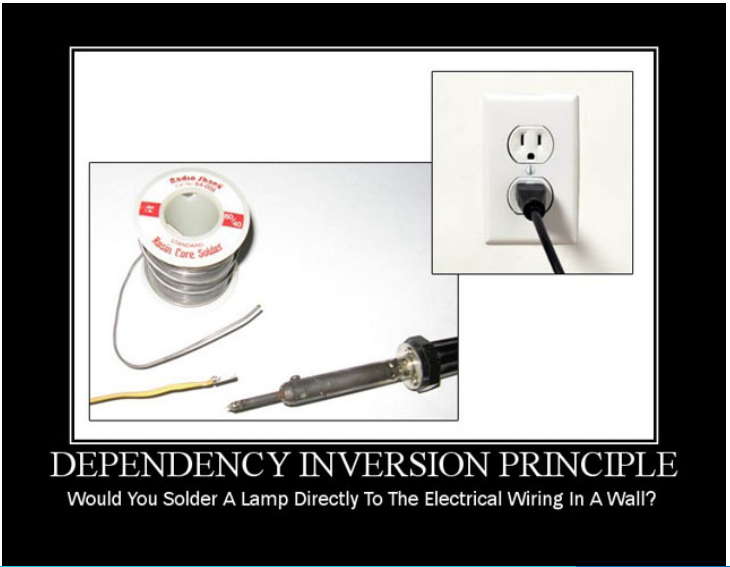
Respect DIP (1/2)



Respect DIP (2/2)

```
public class Thermostat {
  void Regulate(double minTemp, double maxTemp)
    throws InterruptedException{
    for(;;) {
      while (thermometer.read() > minTemp)
        Thread.sleep(1000);
      heater.engage();
      while (thermometer.read() < maxTemp)
        Thread.sleep(1000);
      heater.desengage();
    }
  }
}
```

DIP en une image



Section 7

Patron de conception *State*

Classe avec état

```
public class Writer {
  private int state = 0;
  public void write(char character) {
    switch (state) {
      case 0 -> {
        if (character=='{') state = 1;
        else System.out.print(character);
      }
      case 1 -> {
        if (character=='}') state = 0;
        else System.out.print(Character.toUpperCase(character));
      }
    }
  }
```

Utilisation de la classe

```
Writer writer = new Writer();
String string = "abc{def}ghi";
for (int index = 0; index < string.length(); index++)
writer.write(string.charAt(index));
```

Le code précédent génère la sortie suivante : `abcDEFghi`

Notez que si nous souhaitons ajouter de nouveaux états, nous devons modifier les méthodes de la classe Writer

$\rightarrow$ violation d'OCP

De plus, le fait qu'une classe implémente un grand nombre d'états peut être considéré comme une violation de SRP.

Solution

Pour corriger ces défauts, nous déclarons la classe et l'interface suivantes :

```
public class WriterContext {
  private WriterState state = new WriterState0();
  public void write(char character) {
    state.write(this, character);
  }
  public void changeState(WriterState state) {
    this.state = state;
  }
}
public interface WriterState {
  public void write(WriterContext context, char character);
}
```

État

Nous pouvons maintenant définir les différents états :

```
public class WriterStateIdentity implements WriterState {
  public void write(WriterContext context, char c) {
    if (c=='{') {context.changeState(new WriterStateUpper());}
    else System.out.print(c);
  }
}
public class WriterStateUpperCase implements WriterState {
  public void write(WriterContext context, char c) {
    if (c=='}') {context.changeState(new WriterStateIdentity());}
    else System.out.print(Character.toUpperCase(c));
  }
}
```

Utilisation

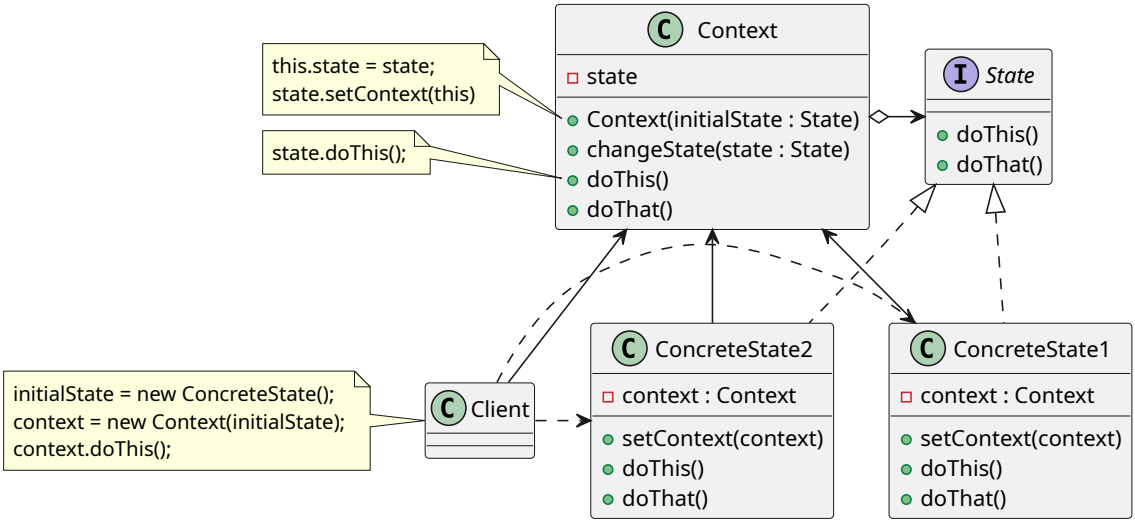
Un exemple d'utilisation de la classe précédente :

```
WriterContext writer = new WriterContext();
String string = "abc{def}ghi";
for (int index = 0; index < string.length(); index++)
writer.write(string.charAt(index));
```

Ce code génère la sortie suivante : `abcDEFghi`

Notez que l'ajout d'un nouvel état s'effectue en ajoutant une nouvelle classe qui implémente l'interface `WriterState` (respect d'OCP).

Diagramme du patron *state*



Patron de conception *state*

Intention

Permet de modifier le comportement d'un objet lorsque son état interne change.

Solution

Implémenter un automate fini en créant :

1. une interface état contenant les méthodes que doit faire chaque état ;
2. pour chaque état possible une classe pour cet état qui gère les opérations et les transitions ;
3. une classe contexte contenant un état et déléguant les opérations à l'état courant.

Avantages et inconvénients

Avantages :

- Organiser le code des différents états dans des classes séparées (SRP).
- Ajouter de nouveaux états sans modifier les classes état ou le contexte existants (OCP).
- Simplifiez le code du contexte en éliminant les gros blocs conditionnels de l'automate.

Désavantages :

- Créer de la complexité inutile (patron surdimensionné pour un automate ayant peu d'états et de transitions)