Spring : la programmation orientée aspect (AOP)

Achref El Mouelhi

Docteur de l'université d'Aix-Marseille
Chercheur en Programmation par contrainte (IA)
Ingénieur en Génie logiciel

elmouelhi.achref@gmail.com

Plan

Introduction

Programmation Orientée Aspect

- proposée par la société Xerox en 1996
- un nouveau paradigme de programmation
- une nouvelle façon de structurer le code d'une application
- un langage de programmation
- applicable sur les langages de POO (C++, Java...) ou sur les langages procéduraux (C...)

Remarque

L'objectif : améliorer les langages de programmation (et ne pas les remplacer)

Introduction

Programmation Orientée Objet

- permet de regrouper des données et des traitements selon la sémantique dans des classes
- facilite la maintenance, la réutilisation et l'extension

Introduction

Programmation Orientée Objet

- permet de regrouper des données et des traitements selon la sémantique dans des classes
- facilite la maintenance, la réutilisation et l'extension

Limite de la POO : exemple

La gestion des traces (Logging) $\Rightarrow$ Répétition du code

Introduction

Explication

- Si nous voulons afficher un message avant et/ou après et/ou pendant l'exécution de chaque méthode de l'application
- Nous devons ajouter un `System.out.print(...);` dans chaque méthode

Introduction

Explication

- Si nous voulons afficher un message avant et/ou après et/ou pendant l'exécution de chaque méthode de l'application
- Nous devons ajouter un `System.out.print(...);` dans chaque méthode

Constats

- Trop répétitif
- Trop long

Introduction

Avec la programmation orientée aspect

- Nous pouvons définir un aspect qui capture les appels de méthodes dont le code
- Implémenter ou utiliser un `Logger` qui affiche la trace.

Introduction

Avec la programmation orientée aspect

- Nous pouvons définir un aspect qui capture les appels de méthodes dont le code
- Implémenter ou utiliser un `Logger` qui affiche la trace.

Constats

- Rapide
- Facile à mettre en place
- Facile à supprimer aussi

Introduction

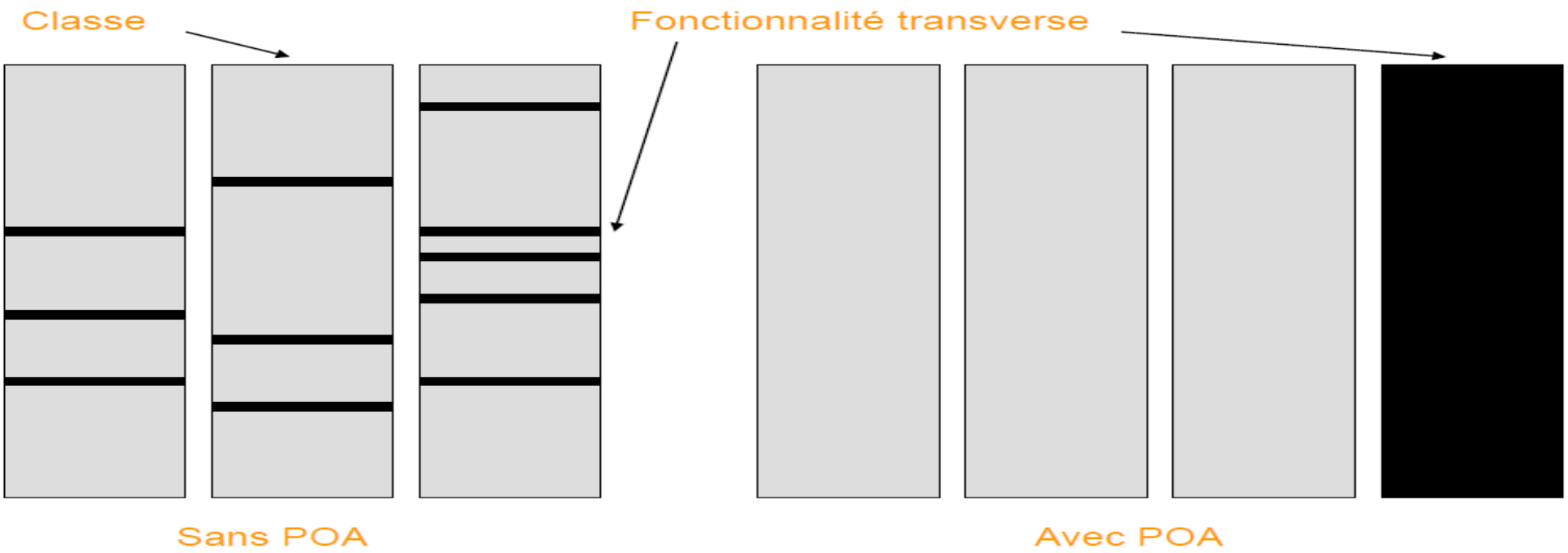
Classe vs **Aspect**

- Une classe = un motif, un plan, un moule, une usine...
- Un aspect = une fonctionnalité (de traces, de sécurités, de persistance des données)

Introduction

Classe vs **Aspect**

- Une classe = un motif, un plan, un moule, une usine...
- Un aspect = une fonctionnalité (de traces, de sécurités, de persistance des données)



Introduction

Question : quand un aspect sera appelé dans le programme ?

- Réponse : **jamais**

Introduction

Question : quand un aspect sera appelé dans le programme ?

- Réponse : **jamais**

Question : Alors comment faire ?

- Il nous faut un tisseur (weaver) : le système responsable de l'insertion
- son rôle : greffer l'ensemble des aspects sur l'ensemble des classes du programme

Introduction

Quelques tisseurs d'aspects pour Java

- `AspectJ` : extension orientée aspect, créée à Xerox PARC, pour le langage de programmation Java (open-source) et utilisé par **Spring Framework**.
- `JbossAOP` : extension orientée aspect, créée par JBoss, pour le langage de programmation Java.
- `JAC (Java Aspect Components)` : extension orientée aspect français pour le langage de programmation Java (open-source).
- `AspectWerkz` : extension orientée aspect fusionnée avec `AspectJ`.
- ...

Terminologies

Point de jonction (JoinPoint)

Un endroit de l'application autour duquel un ou plusieurs aspects pourront être connectés.

Terminologies

Point de jonction (JoinPoint)

Un endroit de l'application autour duquel un ou plusieurs aspects pourront être connectés.

Point de coupe (PointCut)

Un ensemble de point de jonction.

Terminologies

Point de jonction (JoinPoint)

Un endroit de l'application autour duquel un ou plusieurs aspects pourront être connectés.

Point de coupe (PointCut)

Un ensemble de point de jonction.

Greffon (Advice)

Un bloc de code à insérer et exécuter.

Terminologies

Aspect

Un programme (une classe) contenant un greffon et un ou plusieurs points de coupes.

Terminologies

Aspect

Un programme (une classe) contenant un greffon et un ou plusieurs points de coupes.

Tissage (Weaving)

Opération automatique consistant à insérer des aspects dans le programme initial

AOP avec AspectJ

Deux solutions possibles

- Avec les annotations (depuis la version 2.5 de Spring Framework)
- Avec le XML

AOP avec AspectJ

Cinq types de greffons

- `before` : avant l'exécution de méthodes
- `around` : autour de l'exécution de méthodes (avant et après)
- `after throwing` : si une exception est levée
- `after returning` : après une exécution normale de méthodes
- `after` : après l'exécution de méthodes et quelle que soit la sortie (qu'une exception soit levée ou non)

AOP avec AspectJ

Pour inclure `AspectJ` dans notre projet, on ajoute les dépendances suivantes dans la section `dependencies` de `pom.xml`

```
<dependency>
    <groupId>org.aspectj</groupId>
    <artifactId>aspectjrt</artifactId>
    <version>1.8.9</version>
</dependency>

<dependency>
    <groupId>org.aspectj</groupId>
    <artifactId>aspectjweaver</artifactId>
    <version>1.8.9</version>
</dependency>
```

AOP avec AspectJ

Exemple : considérons l'interface `European` et les deux classes `French` et `English` utilisées dans le chapitre précédent

```
public interface European {
        public void saluer();
}
```

La classe `French`

```
@Component
public class French implements European{
        public void saluer() {
                System.out.println("Bonjour");
        }
}
```

La classe `English`

```
@Component
public class English implements European{
        public void saluer() {
                System.out.println("Hello");
        }
}
```

AOP avec AspectJ

La classe `Main` et le fichier de configuration `applicationContext.xml`

```
public class Main {
  public static void main(String[] args) {
    ApplicationContext context = new ClassPathXmlApplicationContext("
       applicationContext.xml");
    European e = (European) context.getBean("french");
    e.saluer();
  }
}
```

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<beans  xmlns="http://www.springframework.org/schema/beans"
    xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
    xmlns:context="http://www.springframework.org/schema/context"
    xmlns:p="http://www.springframework.org/schema/p"
    xsi:schemaLocation="http://www.springframework.org/schema/beans
     http://www.springframework.org/schema/beans/spring-beans-3.0.xsd
     http://www.springframework.org/schema/context
     http://www.springframework.org/schema/context/spring-context-4.0.
        xsd">
<context:component-scan base-package="org.eclipse.nation" ></
   context:component-scan>
 </beans>
```

AOP avec AspectJ

Créons une classe `TestAspect` dans `org.eclipse.aop`

```
package org.eclipse.aop;

public class TestAspect {

}
```

AOP avec AspectJ

Créons une classe `TestAspect` dans `org.eclipse.aop`

```
package org.eclipse.aop;

public class TestAspect {

}
```

Pour que `TestAspect` soit un Aspect, on ajoute l'annotation `@Aspect`

```
package org.eclipse.aop;

import org.aspectj.lang.annotation.Aspect;

@Aspect
public class TestAspect {

}
```

AOP avec AspectJ

Autres annotations à ajouter

- Pour que l'aspect soit intégré dans le programme, on ajoute l'annotation `@Component`
- Pour que **Spring** active la configuration des aspects, on ajoute l'annotation `@EnableAspectJAutoProxy`

AOP avec AspectJ

Nouveau contenu du `TestAspect`

```
package org.eclipse.aop;

import org.aspectj.lang.annotation.Aspect;
import org.springframework.stereotype.Component;
import org.springframework.context.annotation.
   EnableAspectJAutoProxy;

@EnableAspectJAutoProxy
@Component
@Aspect
public class TestAspect {

}
```

AOP avec AspectJ

Nouveau contenu du `TestAspect`

```
package org.eclipse.aop;

import org.aspectj.lang.annotation.Aspect;
import org.springframework.stereotype.Component;
import org.springframework.context.annotation.
   EnableAspectJAutoProxy;

@EnableAspectJAutoProxy
@Component
@Aspect
public class TestAspect {

}
```

Il faut aussi scanner le package des aspects dans `applicationContext.xml`

```
<context:component-scan base-package="org.eclipse.nation, org.
   eclipse.aop" ></context:component-scan>
```

AOP avec AspectJ

Hypothèse

on voudrait afficher un message

- avant
- et après

l'exécution de la méthode `saluer`

Nouveau contenu du `TestAspect`

```
public class TestAspect {

  @Before("execution(public void  org.eclipse.nation.French.saluer(..))
     ")
  public void avant() {
    System.out.println("Avant saluer");
  }

  @After("execution(public void  org.eclipse.nation.French.saluer(..))"
     )
  public void apres() {
    System.out.println("Après saluer");
  }
}
```

Nouveau contenu du `TestAspect`

```
public class TestAspect {

  @Before("execution(public void  org.eclipse.nation.French.saluer(..))
     ")
  public void avant() {
    System.out.println("Avant saluer");
  }

  @After("execution(public void  org.eclipse.nation.French.saluer(..))"
     )
  public void apres() {
    System.out.println("Après saluer");
  }
}
```

Explication

- `@Before` : déclaration d'un greffon
- `execution` : type de point de jonction
- `System.out.println("Avant saluer");` : code du greffon
- `public void org.eclipse.nation.French.saluer(..);` : expression de coupe

AOP avec AspectJ

En exécutant, le résultat est :

```
Avant saluer
Bonjour
Après saluer
```

AOP avec AspectJ

On peut aussi utiliser les `wildcards` pour les expressions de coupe : sur le type de retour

```
public * org.eclipse.nation.French.saluer(..)
```

AOP avec AspectJ

On peut aussi utiliser les `wildcards` pour les expressions de coupe : sur le type de retour

```
public * org.eclipse.nation.French.saluer(..)
```

Sur le nom de la classe ou l'interface

```
public * org.eclipse.nation.*nch.saluer(..)
```

AOP avec AspectJ

On peut aussi utiliser les `wildcards` pour les expressions de coupe : sur le type de retour

```
public * org.eclipse.nation.French.saluer(..)
```

Sur le nom de la classe ou l'interface

```
public * org.eclipse.nation.*nch.saluer(..)
```

Sur le nom de la méthode

```
public * org.eclipse.nation.*nch.*(..)
```

AOP avec AspectJ

On peut aussi utiliser les `wildcards` pour les expressions de coupe : sur le type de retour

```
public * org.eclipse.nation.French.saluer(..)
```

Sur le nom de la classe ou l'interface

```
public * org.eclipse.nation.*nch.saluer(..)
```

Sur le nom de la méthode

```
public * org.eclipse.nation.*nch.*(..)
```

Sur le nom du package

```
public * *..*nch.*(..)
```

AOP avec AspectJ

On peut aussi utiliser les `wildcards` pour les expressions de coupe : sur le type de retour

```
public * org.eclipse.nation.French.saluer(..)
```

Sur le nom de la classe ou l'interface

```
public * org.eclipse.nation.*nch.saluer(..)
```

Sur le nom de la méthode

```
public * org.eclipse.nation.*nch.*(..)
```

Sur le nom du package

```
public * *..*nch.*(..)
```

On peut aussi omettre la visibilité (par défaut `public`)

```
* *..*nch.*(..)
```

AOP avec AspectJ

On peut aussi filtrer selon le nombre et/ou le type des paramètres : 0 ou plusieurs paramètres

```
public * org.eclipse.nation.French.saluer(..)
```

AOP avec AspectJ

On peut aussi filtrer selon le nombre et/ou le type des paramètres : 0 ou plusieurs paramètres

```
public * org.eclipse.nation.French.saluer(..)
```

Sans paramètres

```
public * org.eclipse.nation.French.saluer()
```

AOP avec AspectJ

On peut aussi filtrer selon le nombre et/ou le type des paramètres : 0 ou plusieurs paramètres

```
public * org.eclipse.nation.French.saluer(..)
```

Sans paramètres

```
public * org.eclipse.nation.French.saluer()
```

Selon le type des paramètres

```
public * org.eclipse.nation.French.saluer(org.eclipse.model.
   Personne, String)
```

AOP avec AspectJ

On peut aussi filtrer selon le nombre et/ou le type des paramètres : 0 ou plusieurs paramètres

```
public * org.eclipse.nation.French.saluer(..)
```

Sans paramètres

```
public * org.eclipse.nation.French.saluer()
```

Selon le type des paramètres

```
public * org.eclipse.nation.French.saluer(org.eclipse.model.
   Personne, String)
```

Avec les `wildcards`

```
public * org.eclipse.nation.French.saluer(String,*)
```

AOP avec AspectJ

On peut aussi filtrer selon le nombre et/ou le type des paramètres : 0 ou plusieurs paramètres

```
public * org.eclipse.nation.French.saluer(..)
```

Sans paramètres

```
public * org.eclipse.nation.French.saluer()
```

Selon le type des paramètres

```
public * org.eclipse.nation.French.saluer(org.eclipse.model.
   Personne, String)
```

Avec les `wildcards`

```
public * org.eclipse.nation.French.saluer(String,*)
```

Ou aussi selon les exceptions

```
public * org.eclipse.nation.French.saluer(..) throws
   ArithmeticException
```

AOP avec AspectJ

On peut aussi filtrer selon les annotations

```
@annotation(Override)
```

AOP avec AspectJ

On peut aussi filtrer selon les annotations

```
@annotation(Override)
```

On peut aussi combiner en utilisant le `and` ou `or` ou `not`

```
bean(*Dao) or @annotation(Repository)
```

AOP avec AspectJ

On peut aussi filtrer selon les annotations

```
@annotation(Override)
```

On peut aussi combiner en utilisant le `and` ou `or` ou `not`

```
bean(*Dao) or @annotation(Repository)
```

Ou aussi

```
bean(*Dao) || @annotation(Repository)
```

AOP avec AspectJ

Pour factoriser le code précédent, on peut définir un point de coupure

```
public class TestAspect {
  @Pointcut("execution(* org.eclipse.nation.French.saluer(..))")
  public void log() {}

  @Before("log()")
  public void avant() {
        System.out.println("Avant saluer");
  }

  @After("log()")
  public void apres() {
    System.out.println("Après saluer");
  }
}
```

AOP avec AspectJ

Pour factoriser le code précédent, on peut définir un point de coupure

```
public class TestAspect {
  @Pointcut("execution(* org.eclipse.nation.French.saluer(..))")
  public void log() {}

  @Before("log()")
  public void avant() {
        System.out.println("Avant saluer");
  }

  @After("log()")
  public void apres() {
    System.out.println("Après saluer");
  }
}
```

En exécutant, le résultat est le même :

```
Avant saluer
Bonjour
Après saluer
```

AOP avec AspectJ

Exemple avec `@Around` (le premier paramètre d'une méthode annotée par `@Around` doit avoir comme type `ProceedingJoinPoint`)

```
public class TestAspect {
  @Around("execution(* org.eclipse.nation.French.saluer(..))")
  public Object frenchAroundAdvice(ProceedingJoinPoint
     proceedingJoinPoint){
    System.out.println("Avant d'appeler saluer");
    Object value = null;
    try {
          value = proceedingJoinPoint.proceed();
    } catch (Throwable e) {
          e.printStackTrace();
    }
    System.out.println("après l'appel de saluer " + value);
    return value;
  }
}
```

AOP avec AspectJ

Exemple avec `@Around` (le premier paramètre d'une méthode annotée par `@Around` doit avoir comme type `ProceedingJoinPoint`)

```
public class TestAspect {
  @Around("execution(* org.eclipse.nation.French.saluer(..))")
  public Object frenchAroundAdvice(ProceedingJoinPoint
     proceedingJoinPoint){
    System.out.println("Avant d'appeler saluer");
    Object value = null;
    try {
          value = proceedingJoinPoint.proceed();
    } catch (Throwable e) {
          e.printStackTrace();
    }
    System.out.println("après l'appel de saluer " + value);
    return value;
  }
}
```

En exécutant, le résultat est :

```
Avant d'appeler saluer
Bonjour
après l'appel de saluer null
```

AOP avec AspectJ

Explication

- Tout autre greffon que `@Around` peut déclarer comme premier paramètre `JoinPoint`
- `proceedingJoinPoint.proceed()` : entraine l'exécution de la méthode `saluer()`
- La valeur de retour de `proceedingJoinPoint.proceed()` est la valeur de retour de la méthode `saluer()` (ici, c'est `void`, donc `null`)
- La méthode annotée par `@Around` et `saluer` doivent retourner la même valeur.

AOP avec AspectJ

Et si la méthode possédait des arguments ?

- On peut les récupérer

Modifions l'interface `European` et les deux classes `French` et `English`

```
public interface European {
        public int saluer(int i);
}
```

La classe `French`

```
@Component
public class French implements European{
        private int rang;
        public int saluer(int i) {
                rang = i;
                System.out.println("Bonjour");
                return ++i;
        }
}
```

La classe `English`

```
@Component
public class English implements European{
        public int saluer(int i) {
                System.out.println("Hello");
                return i;
        }
}
```

Utiliser `&& args(i)` pour filtrer les méthodes ayant un argument `i`

```
public class TestAspect {
  @Around("execution(* org.eclipse.nation.*nch.saluer(..)) && args(i)")
  public Object frenchAroundAdvice(ProceedingJoinPoint
     proceedingJoinPoint , int i){
    System.out.println("Valeur du parametre i dans saluer : " + i);
    System.out.println("Signature : " + proceedingJoinPoint.
       getSignature());
    Object value = null;
    try {
      value = proceedingJoinPoint.proceed();
    } catch (Throwable e) {
      e.printStackTrace();
    }
    System.out.println("Valeur de retour de saluer : " + value);
    return value;
  }
}
```

Utiliser `&& args(i)` pour filtrer les méthodes ayant un argument `i`

```
public class TestAspect {
  @Around("execution(* org.eclipse.nation.*nch.saluer(..)) && args(i)")
  public Object frenchAroundAdvice(ProceedingJoinPoint
     proceedingJoinPoint , int i){
    System.out.println("Valeur du parametre i dans saluer : " + i);
    System.out.println("Signature : " + proceedingJoinPoint.
       getSignature());
    Object value = null;
    try {
      value = proceedingJoinPoint.proceed();
    } catch (Throwable e) {
      e.printStackTrace();
    }
    System.out.println("Valeur de retour de saluer : " + value);
    return value;
  }
}
```

En exécutant, le résultat est :

```
Valeur de parametre i dans saluer : 5
Signature : int org.eclipse.nation.European.saluer(int)
Bonjour
Valeur de retour de saluer : 6
```

On peut aussi faire

```
public class TestAspect {
  @Around("execution(* org.eclipse.nation.*nch.saluer(..))")
  public Object frenchAroundAdvice(ProceedingJoinPoint
     proceedingJoinPoint){
    System.out.println("Valeur du parametre i dans saluer : " +
       proceedingJoinPoint.getArgs()[0]);
    System.out.println("Signature : " + proceedingJoinPoint.
       getSignature());
    Object value = null;
    try {
      value = proceedingJoinPoint.proceed();
    } catch (Throwable e) {
      e.printStackTrace();
    }
    System.out.println("Valeur de retour de saluer : " + value);
    return value;
  }
}
```

On peut aussi faire

```
public class TestAspect {
  @Around("execution(* org.eclipse.nation.*nch.saluer(..))")
  public Object frenchAroundAdvice(ProceedingJoinPoint
     proceedingJoinPoint){
    System.out.println("Valeur du parametre i dans saluer : " +
       proceedingJoinPoint.getArgs()[0]);
    System.out.println("Signature : " + proceedingJoinPoint.
       getSignature());
    Object value = null;
    try {
      value = proceedingJoinPoint.proceed();
    } catch (Throwable e) {
      e.printStackTrace();
    }
    System.out.println("Valeur de retour de saluer : " + value);
    return value;
  }
}
```

En exécutant, le résultat est :

```
Valeur de parametre i dans saluer : 5
Signature : int org.eclipse.nation.European.saluer(int)
Bonjour
Valeur de retour de saluer : 6
```

AOP avec AspectJ

Au lieu d'utiliser `execution` et préciser des méthodes

```
execution(* org.eclipse.nation.*nch.saluer(..))
```

AOP avec AspectJ

Au lieu d'utiliser `execution` et préciser des méthodes

```
execution(* org.eclipse.nation.*nch.saluer(..))
```

On peut utiliser `within` pour dire toutes les méthodes qui sont dans ce package ou un de ses sous-packages

```
within(org.eclipse.nation..*)
```

AOP avec AspectJ

Supprimons les quatre annotations suivantes de la classe `TestAspect`

- `@AspectJ`
- `@EnableAspectJAutoProxy`
- `@Component`
- `@Around(...)`

Nouveau contenu de la classe `TestAspect`

```
package org.eclipse.aop;

import org.aspectj.lang.ProceedingJoinPoint;

public class TestAspect {

  public Object frenchAroundAdvice(ProceedingJoinPoint
     proceedingJoinPoint ){
    System.out.println("Valeur de parametre i dans saluer : " +
       proceedingJoinPoint.getArgs()[0]);
    System.out.println("Signature : " + proceedingJoinPoint.
       getSignature());
    Object value = null;
    try {
      value = proceedingJoinPoint.proceed();
    } catch (Throwable e) {
      e.printStackTrace();
    }
    System.out.println("Fin  de saluer avec une valeur de retour : " +
       value);
    return value;
  }
}
```

AOP avec AspectJ

Ajoutons l'espace de nom pour `AOP` dans `applicationContext.xml`

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<beans xmlns="http://www.springframework.org/schema/beans"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xmlns:context="http://www.springframework.org/schema/context"
xmlns:p="http://www.springframework.org/schema/p"
xmlns:aop="http://www.springframework.org/schema/aop"

xsi:schemaLocation="http://www.springframework.org/schema/beans
http://www.springframework.org/schema/beans/spring-beans-3.0.xsd
http://www.springframework.org/schema/context
http://www.springframework.org/schema/context/spring-context-4.0.xsd
http://www.springframework.org/schema/aop
http://www.springframework.org/schema/aop/spring-aop-4.1.xsd">
```

AOP avec AspectJ

Ajoutons l'espace de nom pour `AOP` dans `applicationContext.xml`

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<beans xmlns="http://www.springframework.org/schema/beans"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xmlns:context="http://www.springframework.org/schema/context"
xmlns:p="http://www.springframework.org/schema/p"
xmlns:aop="http://www.springframework.org/schema/aop"

xsi:schemaLocation="http://www.springframework.org/schema/beans
http://www.springframework.org/schema/beans/spring-beans-3.0.xsd
http://www.springframework.org/schema/context
http://www.springframework.org/schema/context/spring-context-4.0.xsd
http://www.springframework.org/schema/aop
http://www.springframework.org/schema/aop/spring-aop-4.1.xsd">
```

Ensuite définissons le bean correspondant à l'aspect `TestAspect`

```
<bean id="testAspect" class="org.eclipse.aop.TestAspect">
</bean>
```

AOP avec AspectJ

Définissons le point de coupe et le greffon

```
<aop:config>
  <aop:aspect  ref="testAspect">
    <aop:around method="frenchAroundAdvice" pointcut
      ="execution(* org.eclipse.nation.*nch.saluer
      (..))">
    </aop:around>
  </aop:aspect>
</aop:config>
```

AOP avec AspectJ

Définissons le point de coupe et le greffon

```
<aop:config>
  <aop:aspect  ref="testAspect">
    <aop:around method="frenchAroundAdvice" pointcut
      ="execution(* org.eclipse.nation.*nch.saluer
      (..))">
    </aop:around>
  </aop:aspect>
</aop:config>
```

N'oublions pas de scanner les packages contenant les composants

```
<context:component-scan base-package="org.eclipse.
   nation" >
</context:component-scan>
```

AOP avec AspectJ

En exécutant, le résultat est le même

```
Valeur de parametre i dans saluer : 5
Signature : int org.eclipse.nation.European.saluer(
   int)
Bonjour
Valeur de retour de saluer : 6
```