



## Introduction au développement par composants (à grande échelle) OSGi

**Intervenant :** Chouki TIBERMACHINE

**Bureau :** LIRMM (E.311)

**Tél. :** 04.67.14.97.24

**Mél. :** Chouki.Tibermachine@lirmm.fr

**Web :** <http://www.lirmm.fr/~tibermacin/ens/hmin304/>

# Plan du cours

- Limites des archives JAVA
- Initiation au framework de composants Java OSGi
- Définition de composants OSGi
- Assemblage de composants OSGi

# Plan du cours

- Limites des archives JAVA
- Initiation au framework de composants Java OSGi
- Définition de composants OSGi
- Assemblage de composants OSGi

# Archives Java (fichiers JAR)

- Une archive Java (fichier JAR) représente dans Java l'unité de base du déploiement d'applications
- Est-ce que ces unités de code offrent suffisamment de modularité ?
- Non, pas vraiment. Pourquoi ?

# Archives Java en pratique

- Un JAR n'est qu'un regroupement de classes, interfaces et autres ressources au sein d'une même structure réutilisable
- Une fois placé dans le classpath, le contenu d'un JAR se dissout dans l'espace de classes, avec les contenus de tous les autres JARs
- Par conséquent, chaque classe publique dans ce JAR est accessible par n'importe quelle autre classe (dans les autres JARs)
- Les frontières du JAR disparaissent donc complètement à l'exécution:
  - Un JAR n'a pas de sémantique précise à l'exécution

## Archives Java en pratique -suite-

- Les archives Java n'offrent aucun moyen de gérer les versions
- Dans de grosses applications où on utilise beaucoup de librairies (des JARs) :
  - Si deux composants différents de l'application utilisent la même librairie mais en deux versions différentes :
    - l'une des librairies écrasera l'autre

# Plan du cours

- Limites des archives JAVA
- Initiation au framework de composants Java OSGi
- Définition de composants OSGi
- Assemblage de composants OSGi

# C'est quoi un composant (= *bundle*) OSGi ?

- Un composant JAVA ayant des dépendances explicites et encapsulant son implémentation
- Concrètement, il s'agit d'un JAR ayant :
  - un Manifest (META-INF/MANIFEST.MF) avec des méta-données spécifiques (permettant entre autres plus de modularité) :
    - Nom du composant
    - Sa version
    - Ses dépendances (interfaces requises), mais aussi ses interfaces fournies
    - Ses paramètres de déploiement
    - ...
  - une éventuelle classe « Activator » exécutée au moment de l'activation ou la désactivation du composant



# C'est quoi OSGi ?

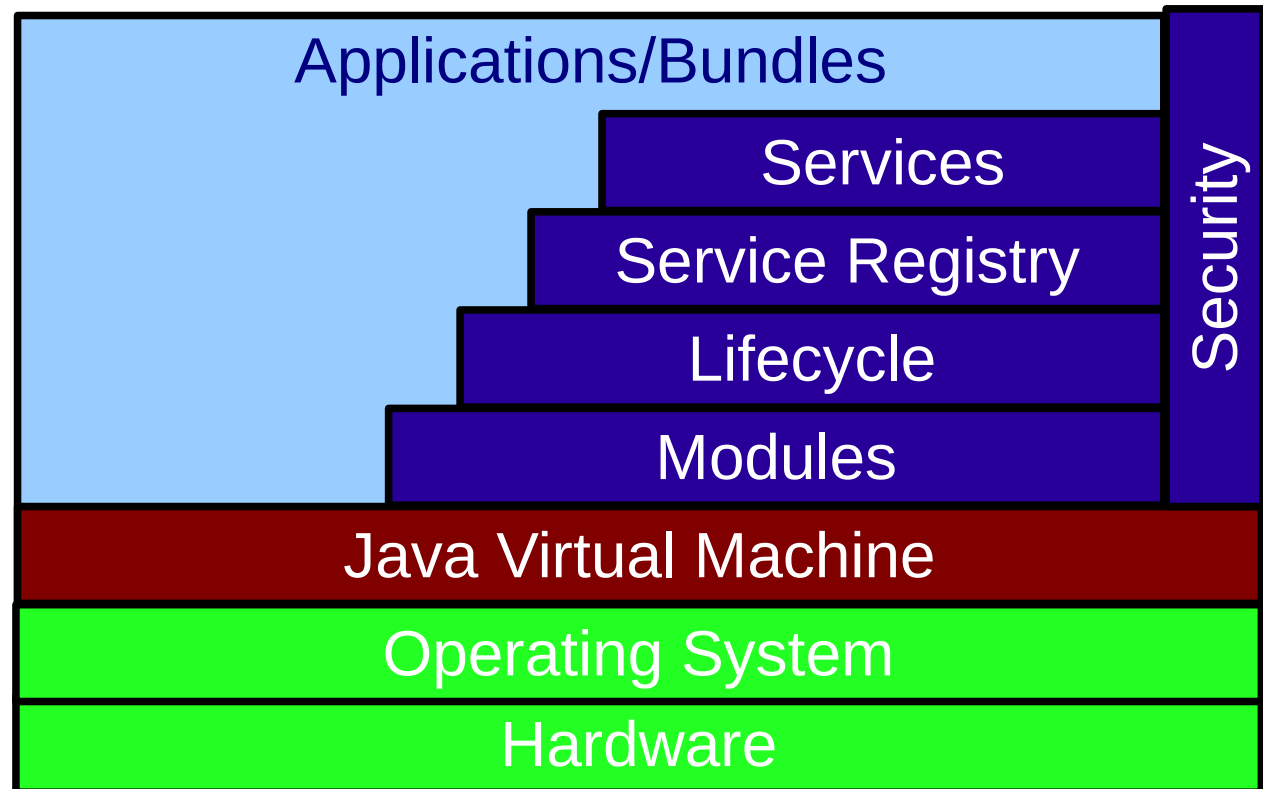
- Un framework Java pour :
  - La programmation modulaire en JAVA : implémentation d'architectures à base de composants dans une machine virtuelle Java (JVM)
  - La gestion transparente des dépendances entre composants
  - L'implémentation d'architectures orientées services dans une même JVM
  - La gestion de plusieurs autres aspects techniques, comme le service HTTP ou la journalisation, ou non-fonctionnels, comme la sécurité, ...

# Histoire du framework OSGi

- OSGi Alliance :
  - Un consortium à but non lucratif, regroupant entre autres IBM, Oracle, SAP, Motorola, Samsung, Nokia, BEA, ...
  - Créé en mars 1999
  - Fournit des spécifications pour proposer des solutions JAVA plus robustes, modulaires, dynamiques, ...
- Distributions du framework :
  - Spec OSGi Release 1 : 2000
  - Spec OSGi Release 2 : 2001
  - Spec OSGi Release 3 : 2003
  - Spec OSGi Release 4 : 2005
  - Spec OSGi Release 5 : 2012
  - Spec OSGi Release 6 : 2014
- JSR(Java Specification Request)-291 « Dynamic Component Support for Java™ SE »

# Architecture du framework OSGi

- **En bleu :**  
Framework OSGi
- **En rouge :**  
Java
- **En vert :**  
Système inf.



# Quelques implémentations connues de ce framework

- Une multitude d'implémentations : open source, commerciales, pour environnements mobiles, domotiques, ...
- Les plus connues (open source) :
  - Eclipse Equinox : l'implémentation de référence
    - Développée par IBM et fournie sous la licence EPL (*Eclipse Public License*)
    - Eclipse est construit au dessus d'Equinox
    - Un plugin Eclipse = un bundle++
  - Apache Felix (anciennement, Oscar d'ObjectWeb) :
    - Développée par Apache et fournie sous la licence *Apache License 2*
    - Netbeans et Glassfish sont construits dessus
- Liste complète (impl. certifiées) : <http://www.osgi.org/Markets/>



# Comment OSGi apporte la modularité à Java ?

## ■ **Encapsulation :**

- Chaque composant OSGi est chargé à l'exécution dans son propre espace de classes (indépendant des autres)
- Tout le contenu d'un composant (ses classes) est donc privé, sauf certaines parties qui sont explicitement exportées dans le manifest (ses interfaces fournies et requises)
- Chaque implémentation interne d'un composant peut évoluer indépendamment des autres composants

## ■ **Service Registry :** Implémentation du patron « Service Locator »

- Un composant peut publier ses services dans un annuaire
- Un composant peut dépendre des services publiés par d'autres composants
- Les services sont connus par leurs interfaces publiés (et non leur implémentation) : couplage faible

# Comment OSGi apporte la modularité à Java ?

- **Versions parallèles d'un composant :**
  - Chaque composant est publié dans un espace de classes propre
  - Plusieurs versions d'un même composant peuvent co-exister dans une même application
- **Reconfiguration dynamique :**
  - Il est possible de charger dynamiquement des modules (pendant l'exécution de l'application)
  - Un composant peut être remplacé dynamiquement par une nouvelle version de celui-ci
- **Nommage fort :**
  - A la différence des JARs traditionnels, les composants OSGi ont un nom et un numéro de version : identification unique
  - *Bundle Symbolic Name*

# Plan du cours

- Limites des archives JAVA
- Initiation au framework de composants Java OSGi
- Définition de composants OSGi
- Assemblage de composants OSGi

# Mettre en place un composant OSGi

## 1. Définir le contenu du bundle :

- Écrire et compiler les interfaces et classes composant le bundle
- Les organiser dans une certaine structure en packages (voir prochains transparents)

## 2. Écrire le Manifest du bundle :

- Spécifier les méta-données nécessaires :
  - à son identification : son nom, son numéro de version, ...
  - et à son exécution : spécifier entre autres quels sont les packages à exporter (les interfaces fournies), les packages à importer (les interfaces requises)

## 3. Former le bundle : créer le JAR avec les éléments précédents

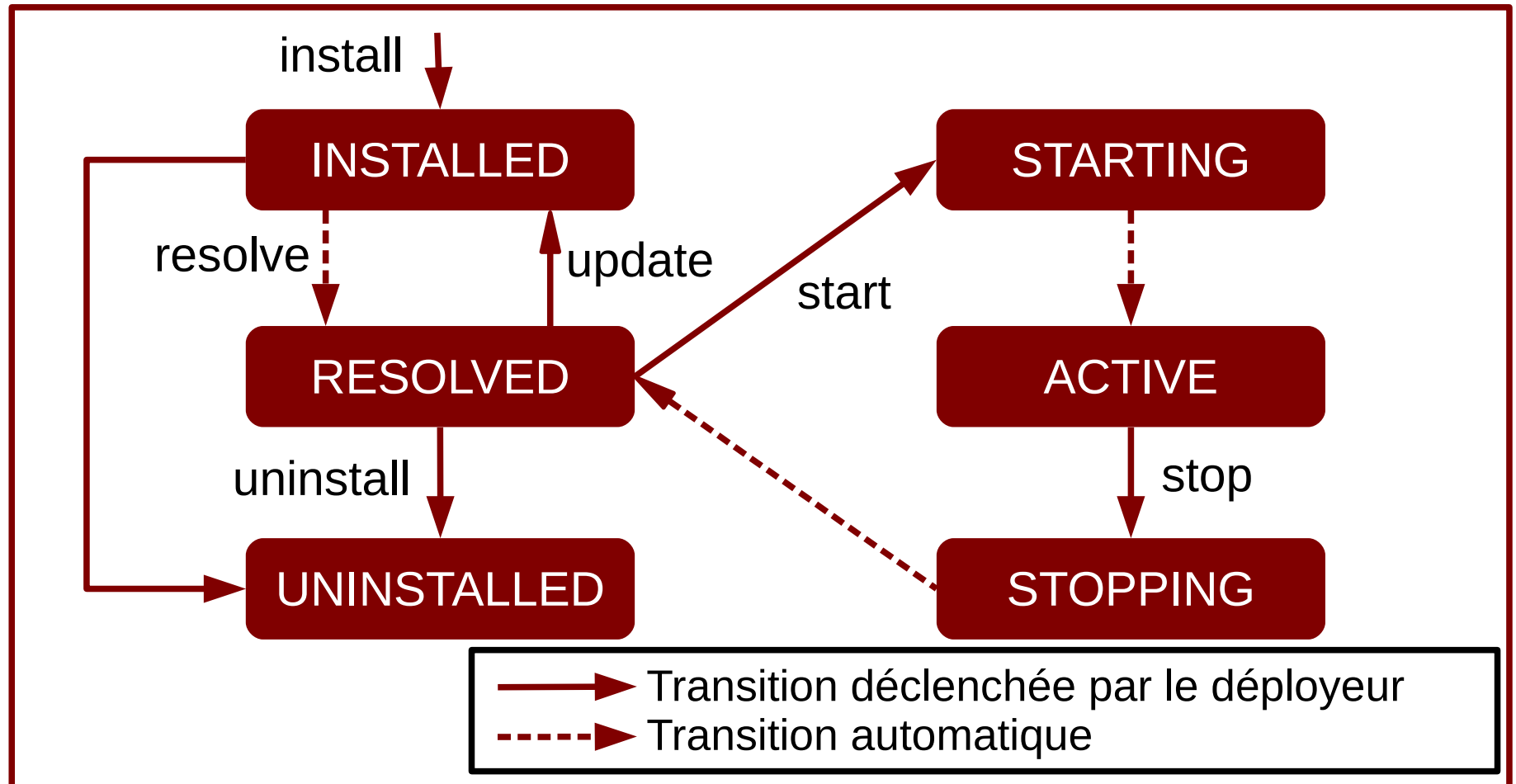
## 4. Le déployer dans un **container OSGi** : l'installer puis l'activer



# C'est quoi un container OSGi ?

- Une instance de l'implémentation du framework en cours d'exécution
- Un développeur peut déployer des bundles dans un container
- Il peut les activer, les désactiver, ... (voir cycle de vie d'un bundle)
- Le container gère certains aspects techniques de façon automatique et transparente pour le développeur (qui se focalisera sur les aspects « logique métier ») de l'application

# Cycle de vie d'un composant OSGi



# Organiser son code dans un bundle

- Exporter les packages contenant uniquement des interfaces
- Les packages avec les implémentations des interfaces (les classes) doivent être cachés aux autres composants
- Les autres composants ne vont dépendre que des interfaces de notre bundle
- Les implémentations dans notre composant peuvent évoluer sans impact sur les autres composants

# Méta-données (Headers) dans le Manifest

- **Bundle-ManifestVersion**: spécification OSGi (utiliser la valeur 2 pour OSGi release 4+, par défaut : 1)
- **Bundle-SymbolicName**: Le seul obligatoire pour qu'un JAR soit considéré comme un bundle OSGi
  - Il s'agit du nom unique du bundle (nom qualifié complet de l'interface fournie par le composant)
- **Bundle-Name**: Un nom lisible (sans espaces)
- **Bundle-Version**
- **Bundle-Activator**: la classe « Activator »
- **Import-Package**: Liste des packages requis par le bundle et qui seront fournis par d'autres bundles
- **Export-Package**: Liste des packages à exporter

## La classe « *Activator* »

- Elle contient des méthodes liées au cycle de vie d'un bundle
- Elle n'est pas obligatoire dans un bundle
- Elle doit implémenter l'interface :  
**`org.osgi.framework.BundleActivator`**
- Elle doit donc rendre concrètes les deux méthodes callbacks :  
**`public void start(BundleContext ctx)`**  
**`public void stop(BundleContext ctx)`**
- Ces méthodes sont invoquées automatiquement par le framework au moment de l'activation (start) et la désactivation (stop) du bundle

## Exemple de classe « *Activator* »

- Un composant HelloWorld :

```
package hmin304.cours.hello;
```

```
import org.osgi.framework.BundleActivator;
```

```
import org.osgi.framework.BundleContext;
```

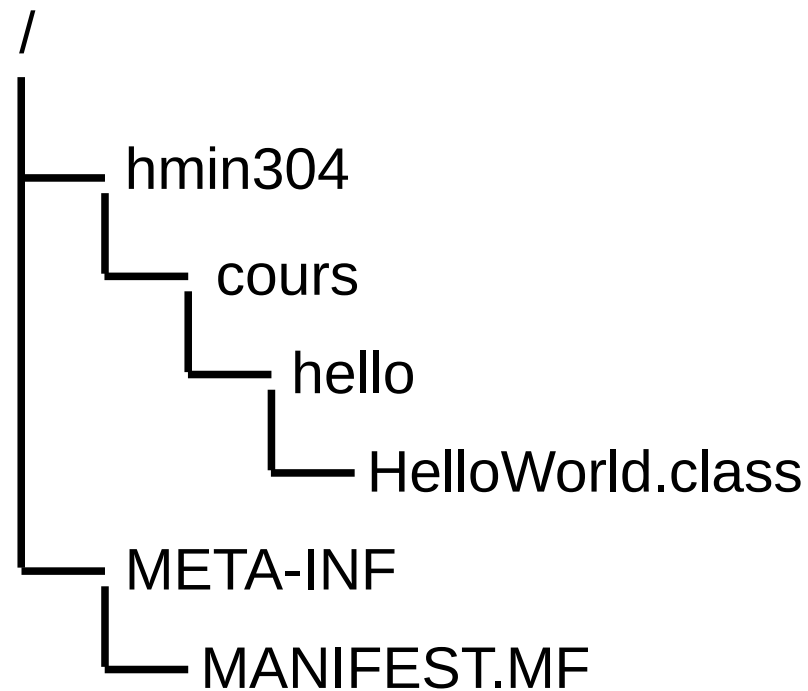
```
public class HelloWorld implements BundleActivator {
```

```
    public void start(BundleContext ctx) throws Exception {  
        System.out.println("Hello World !");  
    }
```

```
    public void stop(BundleContext ctx) throws Exception {  
        System.out.println("Goodbye World !");  
    }
```

```
}
```

# Structure du composant OSGi



## Contenu du Manifest de notre exemple

**Bundle-ManifestVersion: 2**  
**Bundle-SymbolicName: hmin304.cours.hello.HelloWorld**  
**Bundle-Name: HelloWorld**  
**Bundle-Version: 1.0.0**  
**Bundle-Activator: hmin304.cours.hello.HelloWorld**  
**Import-Package: org.osgi.framework**



# Différence entre Import-Package et Require-Bundle ?

- Dans un Manifest, on peut utiliser pour déclarer les requis d'un bundle les entêtes Import-Package et/ou Require-Bundle
- **Import-Package** : le bundle requiert un package qui peut être fourni par n'importe quel autre bundle (la dépendance entre les bundles sera dynamiquement résolue par le framework)
- **Require-Bundle** : le bundle requiert un autre bundle (en précisant son Bundle-SymbolicName)  
Le premier bundle a accès à tous les Export-Package du second
- Il faut privilégier Import-Package à Require-Bundle :  
**Couplage minimal** entre composants (le package requis peut être fourni par n'importe quel bundle)

## Et quand vos bundles dépendent de JARs « non OSGi » ?

- **Solution 1** : Intégrer le JAR dans le bundle qui en dépend
  - Le mettre dans un répertoire lib
  - Ajouter le chemin vers ce JAR au Manifest :  
**Bundle-ClassPath**: lib/<le-jar>
  - Exemple :  
Bundle-ClassPath: lib/jdom.jar,mdt\_ocl.jar
  - Inconvénient : lorsque le jar est utilisé par plusieurs bundles
- **Solution 2** : Envelopper le JAR dans un nouveau bundle
  - Modifier son Manifest :
    - Ajouter un Bundle-SymbolicName (devenir OSGi-Ready)
    - Exporter les packages requis par les autres bundles :
      - Ajouter un Export-Package

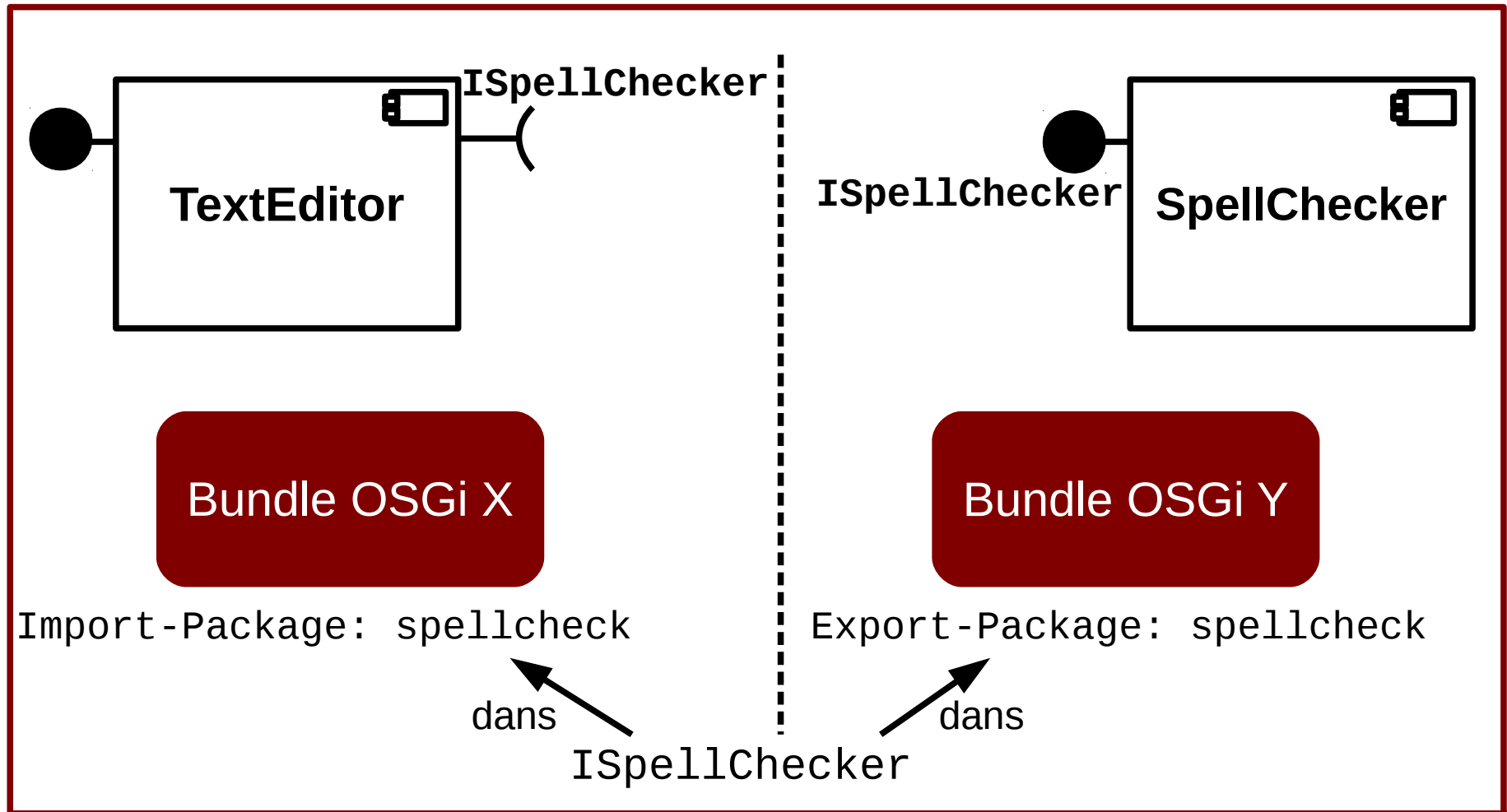
# Directives pour raffiner les dépendances dans Equinox

- Il est possible d'ajouter à l'entête Export-Package des directives permettant de raffiner les dépendances entre bundles :
  - x-friends : permet d'indiquer les bundles pour lesquels les packages sont exportés  
Export-Package: mon.package.a.exporter.aux.amis; x-friends:="mon.ami1, mon.ami2"  
Le framework va juste décourager les bundles qui ne sont pas listés à utiliser les packages de ce bundles (non bloquant)
  - x-internal : permet d'indiquer (par true ou false) si un package exporté est interne (ne fait partie de l'API, il est provisoirement exporté)  
Export-Package: mon.package.a.exporter.mais.provisoirement; x-internal:=true

# Plan du cours

- Limites des archives JAVA
- Initiation au framework de composants Java OSGi
- Définition de composants OSGi
- Assemblage de composants OSGi

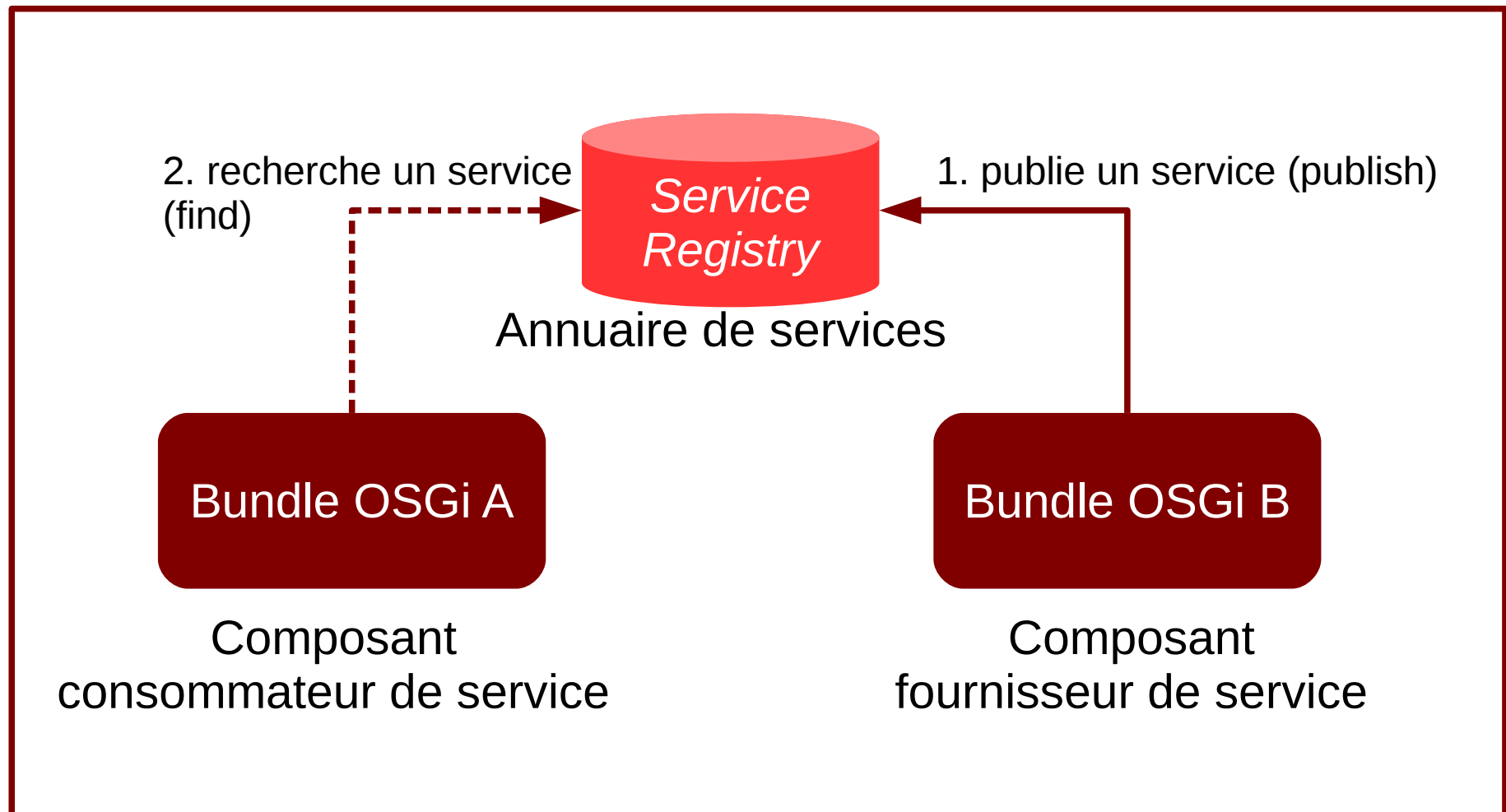
# Une architecture à base de composants



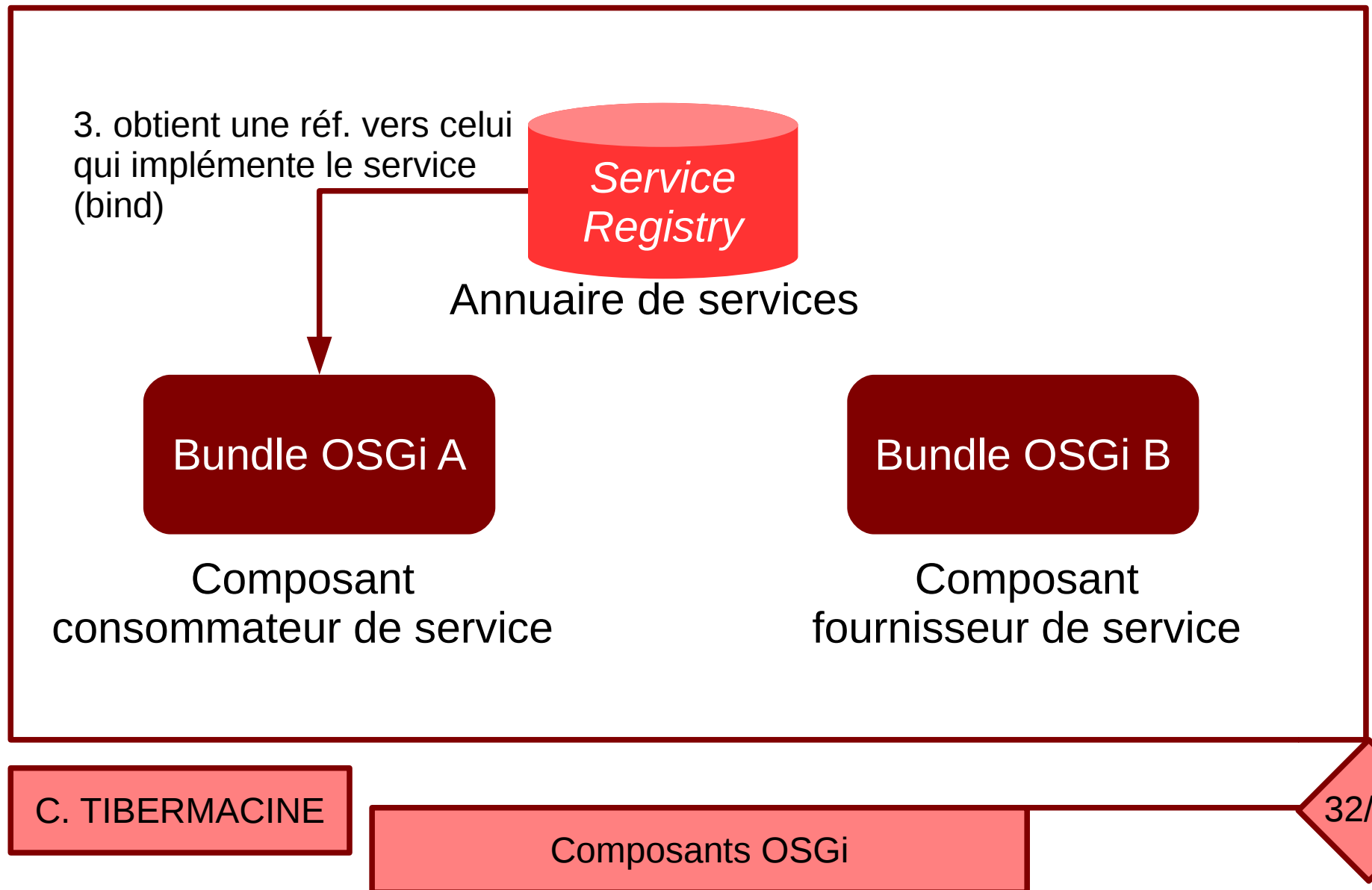
# Connexion entre composants en utilisant une Factory

- Le composant déclarant l'interface fournie exporte également une classe Factory (d'objets qui implémentent ISpellChecker)
- Cette classe Factory définit une ou plusieurs méthodes statiques qui ont comme type de retour l'interface fournie (ISpellChecker)
- Cette classe Factory est définie dans le package de l'interface fournie, qui est exporté par le bundle (spellcheck)
- Le composant déclarant l'interface requise importe ce package
- Il invoque les méthodes de la classe Factory pour obtenir les instances dont il a besoin

# Une architecture orientée-services (SOA) *publish-find-bind*

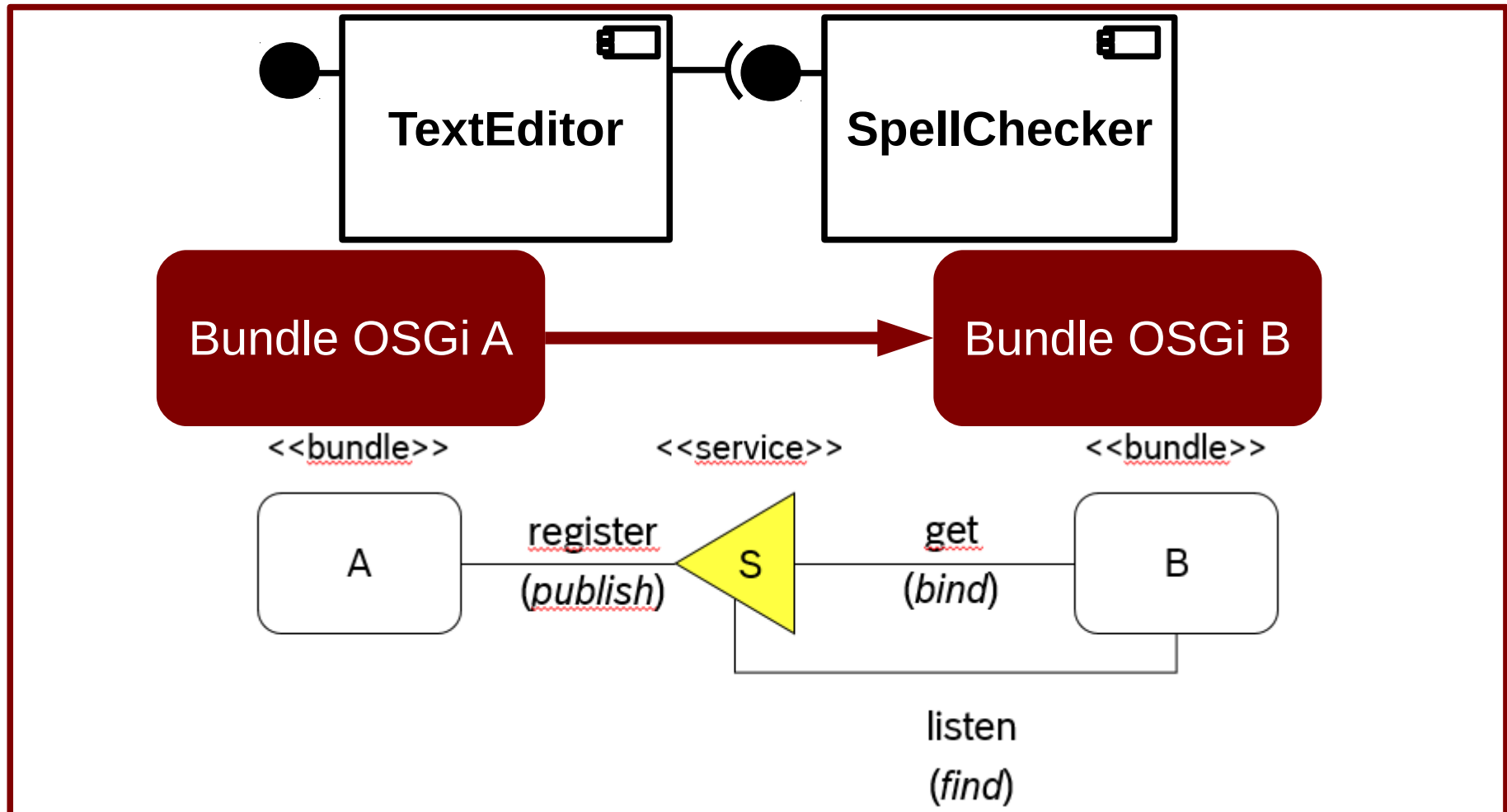


# Une architecture orientée-services *publish-find-bind*





## Une architecture orientée-services -suite-



## Composant fournisseur de services : « *Service Bundle* »

- Un composant OSGi peut publier certaines de ses méthodes publiques fournies par un objet sous la forme de services
- Ces services sont d'abord enregistrés dans le « *Service Registry* » (l'annuaire de services géré par le container OSGi)
- Enregistrement d'un service auprès d'un annuaire :
  - Inscrire l'interface et une instance implémentant cette interface
- Ensuite, d'autres bundles déployés **dans le même container** peuvent rechercher ces services dans l'annuaire (**SOA in JVM**)
- Ces bundles reçoivent de l'annuaire la référence d'une instance de l'implémentation du service

## Structure type d'un « *Service Bundle* »

- La structure type d'un « *Service Bundle* » est la suivante :
  - Une interface Java qui exporte les méthodes publiques (qui sont publiées comme opérations du service)
  - Une classe qui implémente l'interface (**une classe POJO** : rien dans la classe n'indique qu'il s'agit de l'implémentation d'un service)
  - Une classe « *Activator* » qui publie le service (l'ensemble des méthodes) dans l'annuaire grâce à la méthode *start* et qui le dés-enregistre dans la méthode *stop*
- Le bundle est un JAR dans lequel on exporte uniquement l'interface du service publié

## Exemple de « Service Bundle »

- L'interface (une simple interface Java) :

```
package hmin304.cours.hello.service;  
public interface HelloService {  
    String getHelloMessage();  
    String getGoodbyeMessage();  
}
```
- La classe (une simple classe JAVA) :

```
package hmin304.cours.hello.service.impl;  
import hmin304.cours.hello.service.HelloService;  
public class HelloImpl implements HelloService {  
    public String getHelloMessage() {  
        return "Hello World !";  
    }  
    // ...  
}
```

## Exemple de « Service Bundle »

```
■ Le « ServicePublisher » (la classe « Activator ») :  
package hmin304.cours.hello.service.impl;  
import org.osgi.framework.*;  
import hmin304.cours.hello.service.HelloService;  
public class HelloPublisher implements BundleActivator {  
    private ServiceRegistration registration;  
  
    public void start(BundleContext ctx) throws Exception {  
        registration = ctx.registerService(  
            HelloService.class.getName(),  
            new HelloImpl(), null);  
    }  
  
    public void stop(BundleContext ctx) throws Exception {  
        registration.unregister(); }  
}
```

## Exemple de « Service Bundle »

■ Le « ServicePublisher » (la classe « *Activator* ») :

```
package hmin304.cours.hello.service.impl;
import org.osgi.framework.*;
import hmin304.cours.hello.service.HelloService;
public class HelloPublisher implements BundleActivator {
    private ServiceRegistration registration;

    public void start(BundleContext ctx) throws Exception {
        registration = ctx.registerService(
            HelloService.class.getName(),
            new HelloImpl(), null);
    }

    // ...
}
```


**Clé :**  
**Nom qualifié**  
**complet de l'interface**

## Contenu du Manifest de notre exemple

```
Bundle-ManifestVersion: 2
Bundle-SymbolicName: hmin304.cours.hello.HelloWorldService
Bundle-Name: HelloWorldService
Bundle-Version: 1.0.0
Bundle-Activator: hmin304.cours.hello.service.impl
                  .HelloPublisher
Import-Package: org.osgi.framework
Export-Package: hmin304.cours.hello.service
```

## Contenu du Manifest de notre exemple

```
Bundle-ManifestVersion: 2
Bundle-SymbolicName: hmin304.cours.hello.HelloWorldService
Bundle-Name: HelloWorldService
Bundle-Version: 1.0.0
Bundle-Activator: hmin304.cours.hello.service.impl
                  .HelloPublisher
Import-Package: org.osgi.framework
Export-Package: hmin304.cours.hello.service
```

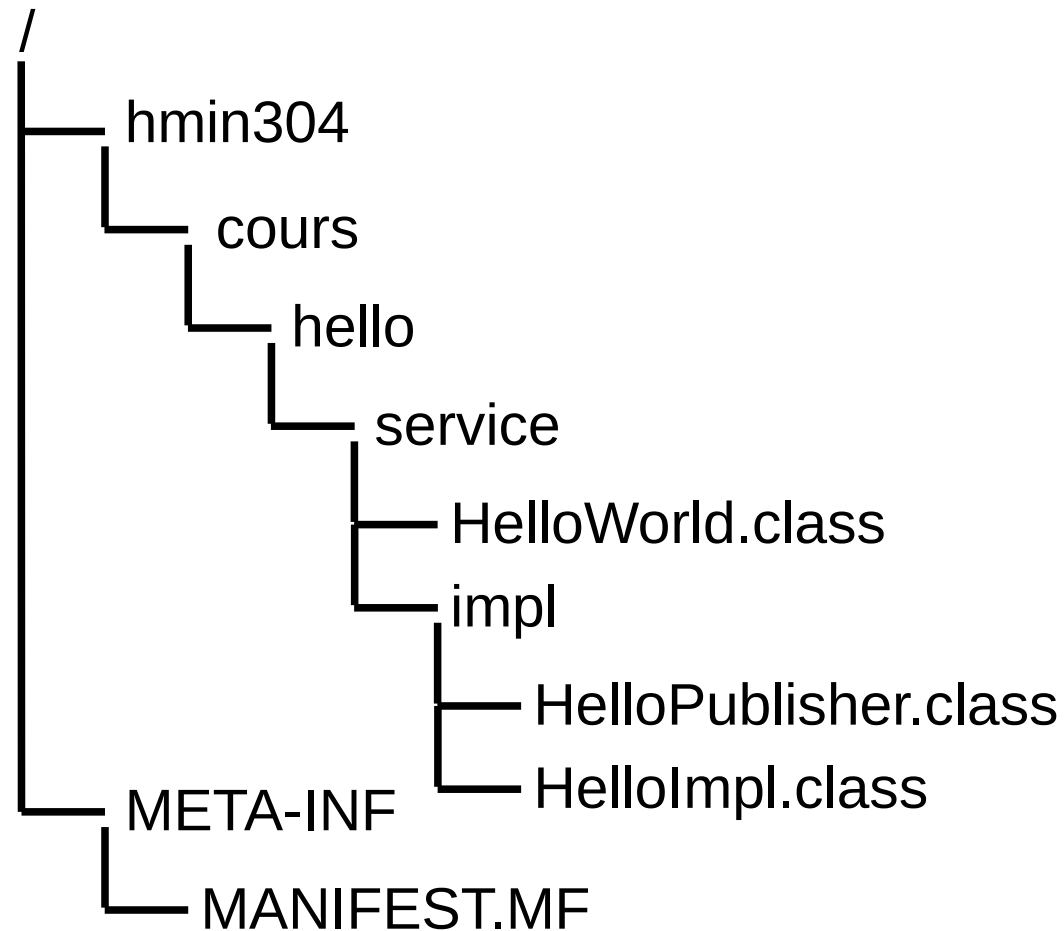


Classe qui publie le service  
dans l'annuaire

Package qui contient uniquement  
l'interface du service



# Structure de notre composant



## Composant consommateur de service

```
package hmin304.cours.hello;
import org.osgi.framework.*;
import hmin304.cours.hello.service.HelloService;
public class HelloWorld implements BundleActivator {
    public void start(BundleContext ctx) throws Exception {
        HelloService helloService = getHelloService(ctx);
        System.out.println(helloService.getHelloMessage());
    }
    private HelloService getHelloService(BundleContext ctx) {
        ServiceReference ref = ctx.getServiceReference(
                                HelloService.class.getName());
        HelloService helloService = (HelloService)ctx.getService(
                                    ref); //Tester ref!=null
        return helloService; }
    //... Même chose pour stop : getGoodbyeMessage()
}
```

# Contenu du Manifest du consommateur du Service

```
Bundle-ManifestVersion: 2
Bundle-SymbolicName: hmin304.cours.hello.HelloWorld
Bundle-Name: HelloWorld
Bundle-Version: 1.0.1
Bundle-Activator: hmin304.cours.hello.HelloWorld
Import-Package: org.osgi.framework,
               hmin304.cours.hello.service
```



Le bundle dépend d'une interface

# Problème de disponibilité de services

- Les services dans OSGi sont de nature volatile
- Leur publication est dynamique, ils sont donc parfois indisponibles au niveau de l'annuaire pour un consommateur de services :  
par exemple, le cas où le bundle qui enregistre un service est activé après le bundle qui le consomme
- Trois solutions possibles :
  - Programmer l'attente : Itération ou Timers
    - Avantage : solution simple à mettre en place
    - Inconv. : solution consommatrice en ressources et verbeuse
  - Utiliser un « *Service Tracker* » : évolution des « *listeners* » de services (« *Service Listener* »)
  - Exploiter le mécanisme de « *Declarative Services* »

# Programmer l'attente de la disponibilité du service

- Méthode *start* de l'activateur :

```
public void start(BundleContext ctx) throws Exception {  
    ServiceReference ref;  
    do {  
        ref = ctx.getServiceReference(ISpellChecker.class  
                                .getName());  
    }  
    while(ref == null);  
    ISpellChecker scService=(ISpellChecker)ctx  
                                .getService(ref);  
    registration = ctx.registerService(ITextEditor.class  
                                .getName(),  
    new TextEditor(scService),null);  
}
```

## Utiliser un « *Service Tracker* »

- Mécanisme sophistiqué pour repérer les ajouts, mises à jour et suppressions de services du *Service Registry*

- Classe de l'activateur :

```
ServiceTracker tracker;//package org.osgi.util.tracker
public void start(BundleContext ctx) throws Exception {
    tracker = new ServiceTracker(ctx, ISpellChecker.class
                                .getName(), null);
    tracker.open();
    ISpellChecker scService=(ISpellChecker)tracker.getService();
}
public void stop(BundleContext ctx) throws Exception {
    tracker.close();
}
```

Ne pas oublier de mettre à jour l'entête Import-Package du Manifest :  
ajouter le package org.osgi.util.tracker

## Utiliser les « Declarative Services » (DS) pour déclarer un fournisseur de services

- Pas besoin d'une classe « Activator »
- Déclarer dans un fichier XML le service publié :

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<scr:component
  xmlns:scr="http://www.osgi.org/xmlns/scr/v1.1.0"
  name="hmin304.cours.spellchecker">
  <implementation class="...impl.FrSpellChecker"/>
  <service>
    <provide interface="....ISpellChecker"/>
  </service>
</scr:component>
```

scr veut dire Service Component Runtime
- Ici, nous avons déclaré un composant qui publie un service ISpellChecker

# Utiliser DS pour déclarer un consommateur de services

- Là aussi, pas besoin d'une classe « Activator »
- Déclarer dans un fichier XML un consommateur de services :

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<scr:component
  xmlns:scr="http://www.osgi.org/xmlns/scr/v1.1.0"
  name="hmin304.cours.texteditor">
  <implementation class="...impl.TextEditor"/>
  <reference bind="setSpellChecker" cardinality="1..1"
    interface="...ISpellChecker" policy="static"/>
</scr:component>
```
- Injection automatique des dépendances via l'appel au setter : dès que le service ...ISpellChecker est disponible
- Le composant texteditor est activé quand toutes ses références sont satisfaites (tous les services à consommer sont disponibles) : cardinality = 1..1 et policy = static



# Configurer DS

- Spécifier dans les Manifests des bundles le ou les chemin(s) vers le(s) fichier(s) XML grâce au header Service-Component
- Exemples :  
Service-Component: `OSGI-INF/component.xml`  
OU  
Service-Component: `OSGI-INF/emailer.xml, OSGI-INF/...xml`
- Il est possible de déclarer des composants qui ne publient pas et ne consomment pas de services (de simples composants implémentés par des POJOs qui sont démarrés automatiquement)
- Définir des méthodes de cycle de vie (activate et deactivate) pour les composants : ces méthodes sont invoquées automatiquement

## *Declarative Services sans XML*

- Il est possible d'utiliser des annotations prédéfinies dans OSGi :
  - Déclarer un composant-service :

```
import org.osgi.service.component.annotations.Component;  
@Component(service=hmin304.IHelloer.class)  
public class Helloer implements IHelloer { ... }
```
  - Pour référencer un service :

```
import org.osgi.service.component.annotations.Reference;  
...  
@Reference  
void bindHelloService(Helloer helloer) {  
    this.helloer = helloer;  
}  
Le fichier XML est généré automatiquement
```

## Quelques références

- **OSGi and Equinox: Creating Highly Modular Java Systems.** Jeff McAffer, Paul VanderLei et Simon Archer. The Eclipse Series. Dans les éditions de Jeff McAffer, Erich Gamma et John Weigand. Addison Wesley, 2010.
- **Modular Java: Creating Flexible Applications with OSGi and Spring.** Craig Walls. The Pragmatic Programmers, 2009.
- **Eclipse Plug-ins, 3<sup>rd</sup> edition.** Eric Clayberg et Dan Rubel. The Eclipse Series. Dans les éditions de Erich Gamma, Lee Nackman et John Wiegand. Addison Wesley, 2009.

# Questions

