JAVANAISE : un cache d'objets répartis en Java

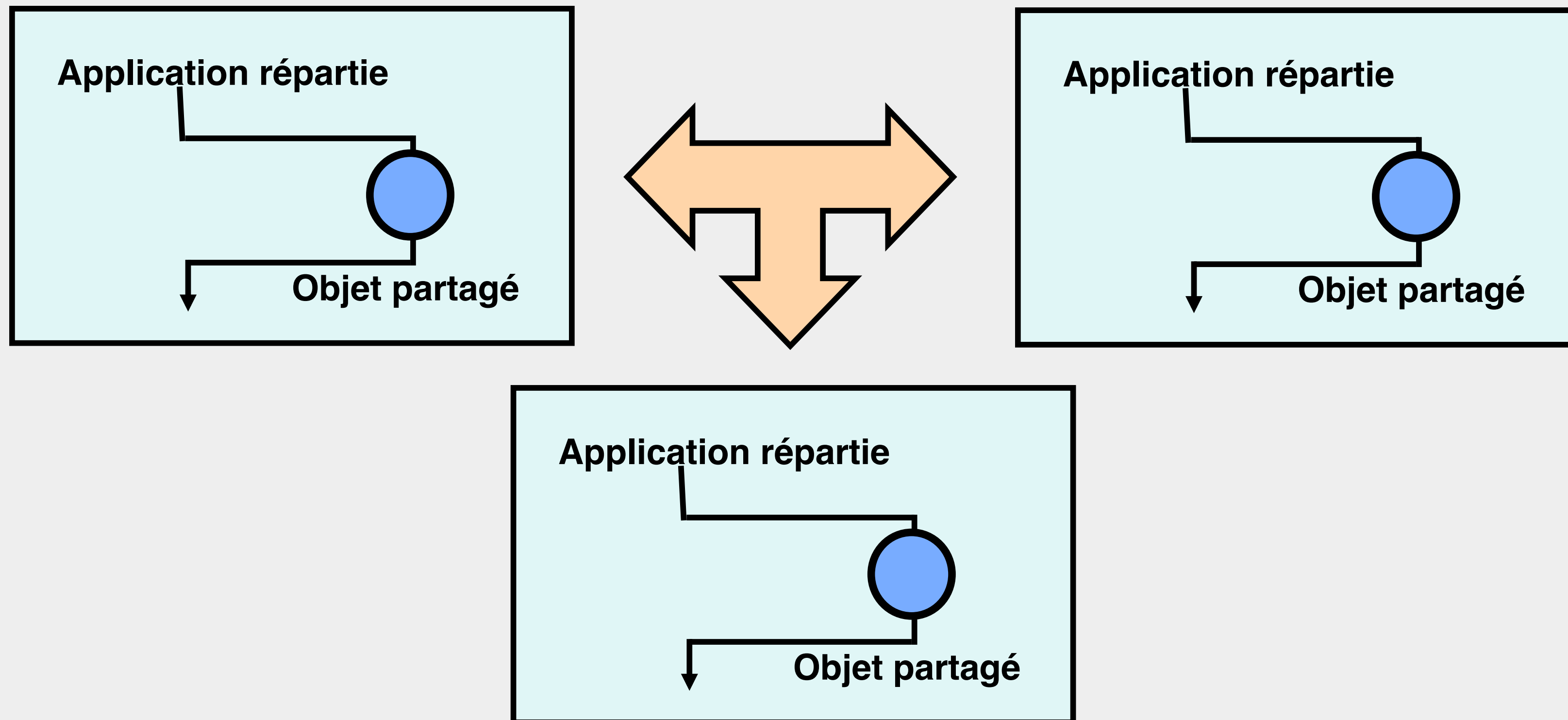
Formation M2GI / IM2AG

Fabienne Boyer
Laboratoire LIG (UGA)
http://membres-liglab.imag.fr/boyer/
Fabienne.Boyer@imag.fr

Plan

- Motivations
- Organisation du projet
- API Javanaise
- Gestion de la cohérence
- Planning

Cache d'objets répartis



Cache d'objets répartis

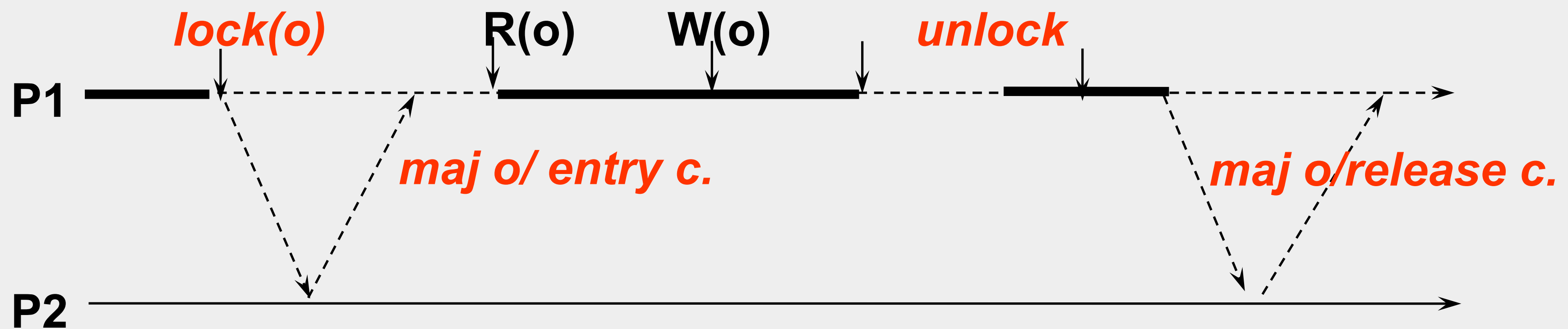
- **Avantages**
  - Favorise les accès locaux
  - Efficace pour les objets souvent accédés en lecture
  - Efficace pour les objets qui concentrent les phases d'écriture
  - Efficace pour le mode déconnecté
- **Inconvénients**
  - Complexité de mise en œuvre
  - Complexité de gestion des pannes

Gestion de la cohérence

- **Cohérence : relation que gardent entre elles les différentes copies d'un objet**
  - **Cohérence séquentielle**
  - **Cohérences faibles**
    - **cohérence à la sortie (release consistency)**
    - **cohérence à l'entrée (entry consistency)**
  - **Cohérences non-séquentielles**
    - **cohérence causale**

Entry vs Release Consistency

- Cohérence établie sur des points de synchronisation (prise / relâchement/ de verrou)



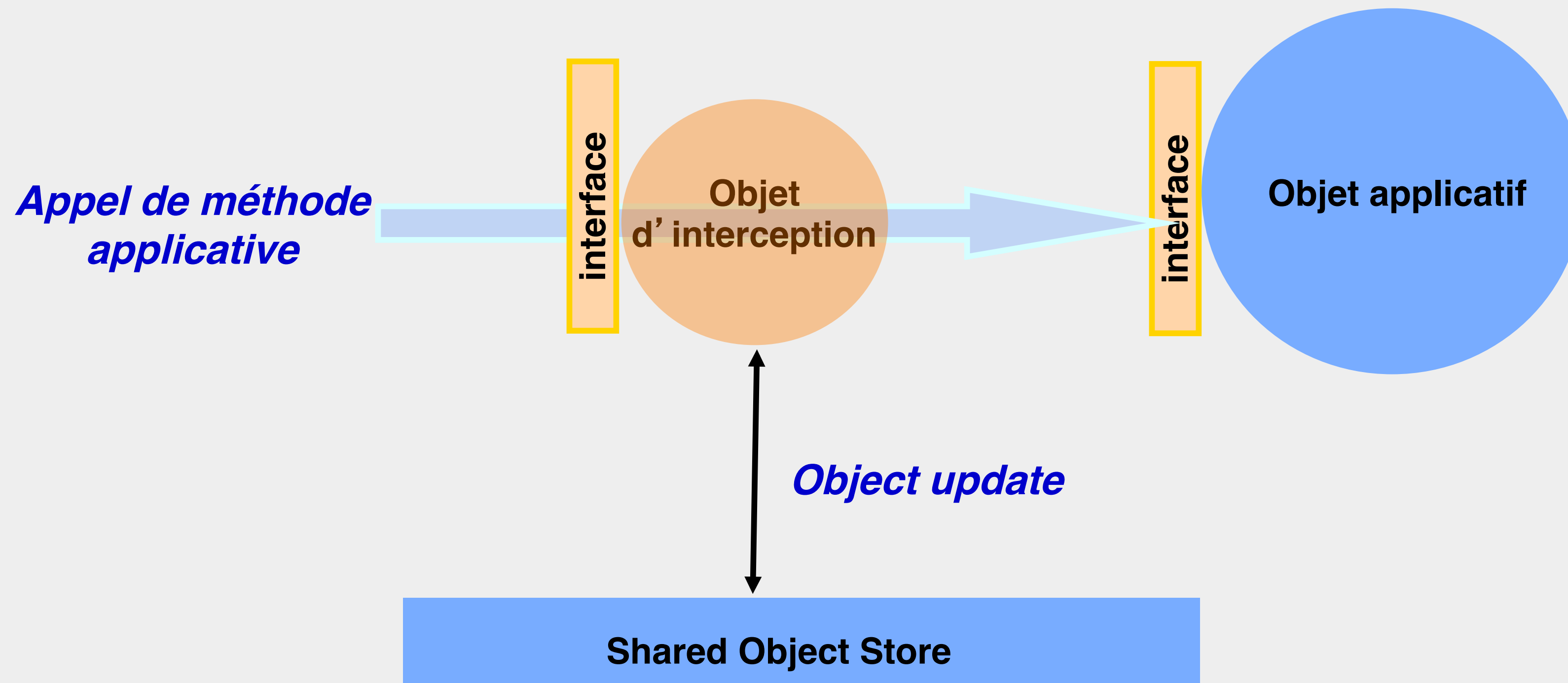
Le projet Javanaise

- **Conception et mise en œuvre d'un service de gestion de cache d'objets Java**
  - **Au dessus de Java RMI**
  - **Cohérence de type *entry-consistency***

- **Principe de mise en œuvre**
  - **Interception des appels applicatifs sur les objets répartis**
  - **Inversion de contrôle (IoC)**
  - **Expression des besoins via des annotations**

Principe de mise en oeuvre

- **Interception des appels applicatifs**



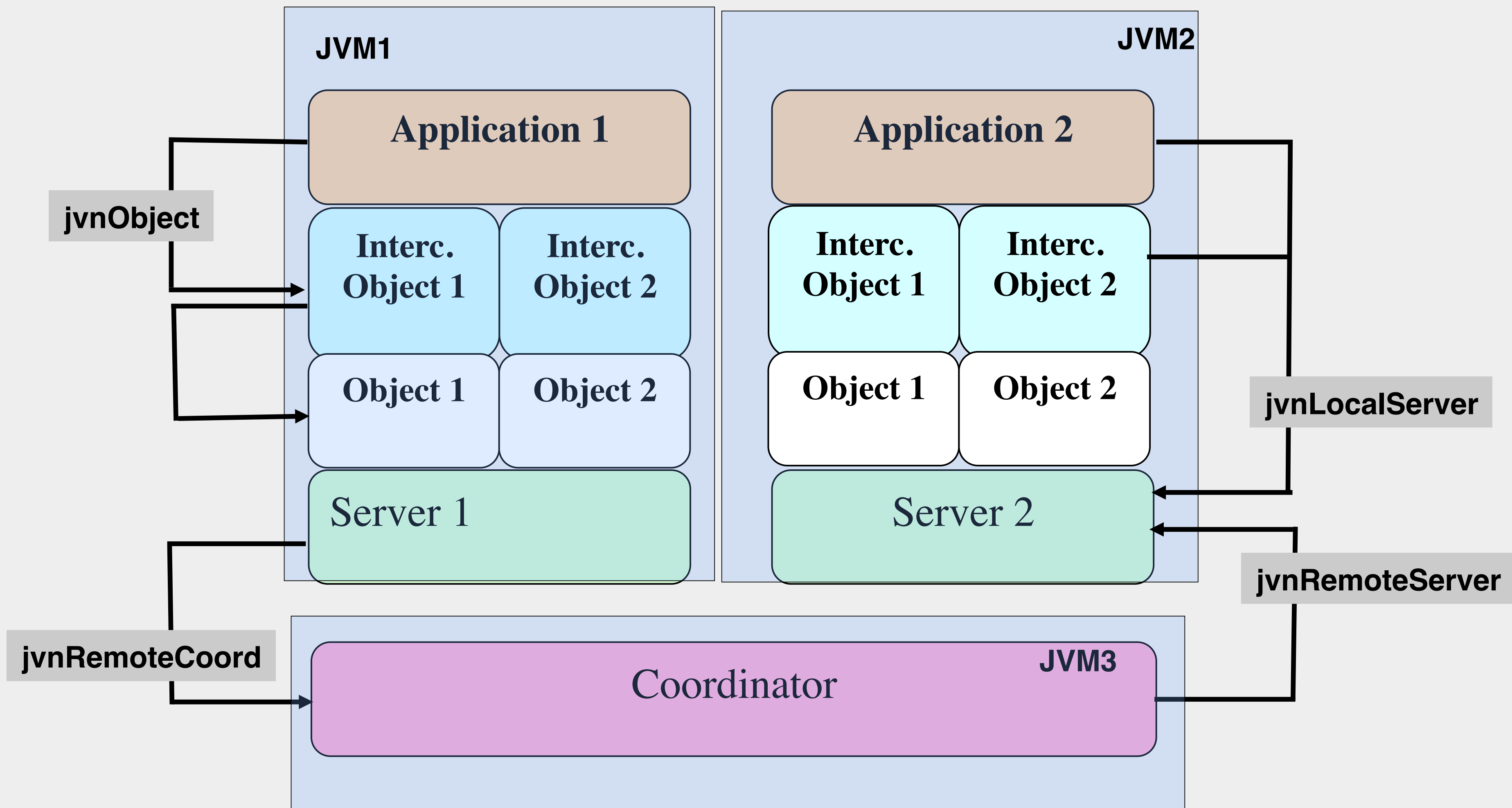
Organisation du projet Javanaise

2 étapes

- JVN1: L'utilisation de Javanaise n'est pas transparente pour le programmeur (usage d'objets d'interception génériques)

- JVN2: Génération automatique d'objets d'interception spécifiques à l'applicatif, afin que le modèle de programmation soit conforme à celui de Java/RMI pour le programmeur
  - Génération à la compilation via l'usage de l'outil Apache/Velocity`
  - Génération à l'exécution via l'usage des dynamic proxies de Java

Architecture Globale



© F. Boyer, UJF

Interface JvnLocalServer

```
// Initialise le serveur JVN (singleton)
   public static jvnServer jvnGetServer();

// Fin d'utilisation du service JVN
  public void jvnTerminate();

// Création d'un objet JVN
public JvnObject jvnCreateObject(Serializable jos);

// Association d'un nom symbolique à un objet JVN
public JvnObject jvnRegisterObject(String jon, JvnObject jo);

// Récupération d'une référence sur un objet JVN à partir de son nom
   symbolique
public JvnObject jvnLookupObject(String jon);
…
}
```

Interface JvnLocalServer (suite)

```
// Récupère un read lock sur un objet JVN
   public Serializable jvnLockRead(int joi);

// Récupère un write lock sur un objet JVN
   public Serializable jvnLockWrite(int joi);

…
}
```

Interface JvnObject

- **JvnObject : objet d'interception pour un objet partagé**
  - **Une référence à un objet partagé pointe sur un JvnObject**
- **Interface :**
  - **primitives de verrouillage : jvnLockRead(), jvnLockWrite() et jvnUnLock()**
- **Implémentation**
  - **État du verrou détenu localement: variable lock (R,W,RC,WC, RWC)**
  - ***id* unique**
  - **référence vers l'objet partagé applicatif**

Exemple d’utilisation du service Javanaise (version JVN 1)

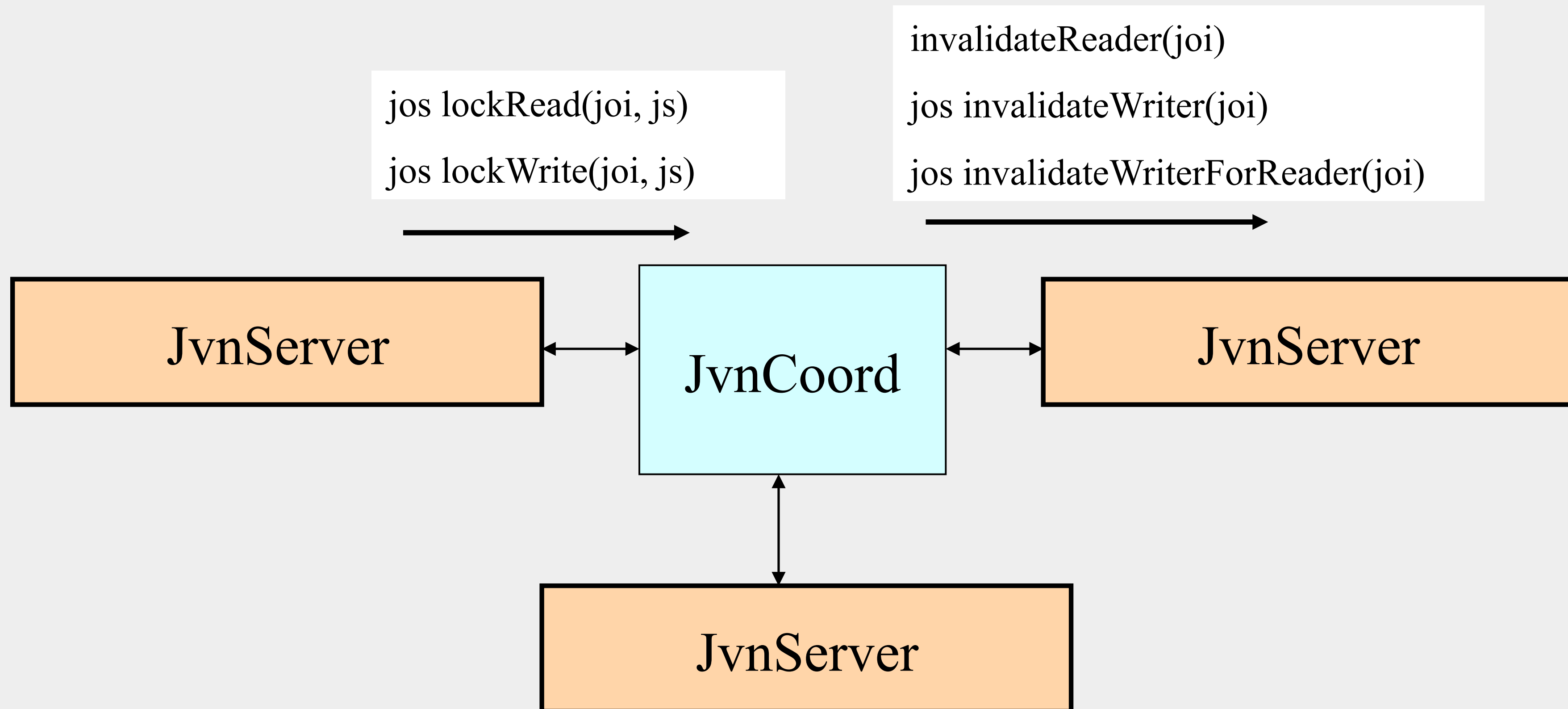
```
JVM1
JvnServer js = JvnServer.jvnGetServer();
MyClass o = new MyClass(..);
JvnObject jvnO = js.jvnCreateObject((..)o);
js.jvnRegisterObject("MyObject", o);
```

```
JVM2
JvnServer js = JvnServer.jvnGetServer();
JvnObject jvnO = js.jvnLookupObject("MyObject");
jvnO.jvnLockRead();
// appel d'une méthode applicative
jvnO.jvnGetObject().<method>(<params>);
jvnO.jvnUnLock();
```

Gestion de la cohérence

- **Etat du verrou d'un JvnObject :**
  - NL : no lock
  - RC : read lock cached (not currently used)
  - WC : write lock cached (not currently used)
  - R : read lock taken
  - W : write lock taken
  - RWC: write lock cached & read taken

Interactions entre les serveurs et le coordinateur



© F. Boyer, UJF

Interface JvnRemoteServer

```
Interface JvnRemoteServer {
        …
// permet au coord. de réclamer le passage d'un verrou de
   l'écriture à la lecture
        public … jvnInvalidateWriterForReader(int joi);
// permet au coord. de réclamer l'invalidation d'un lecteur
        public … jvnInvalidateReader(int joi);
// permet au coord. de réclamer l'invalidation d'un écrivain
        public … jvnInvalidateWriter(int joi);
   }
```

Interface JvnRemoteCoord

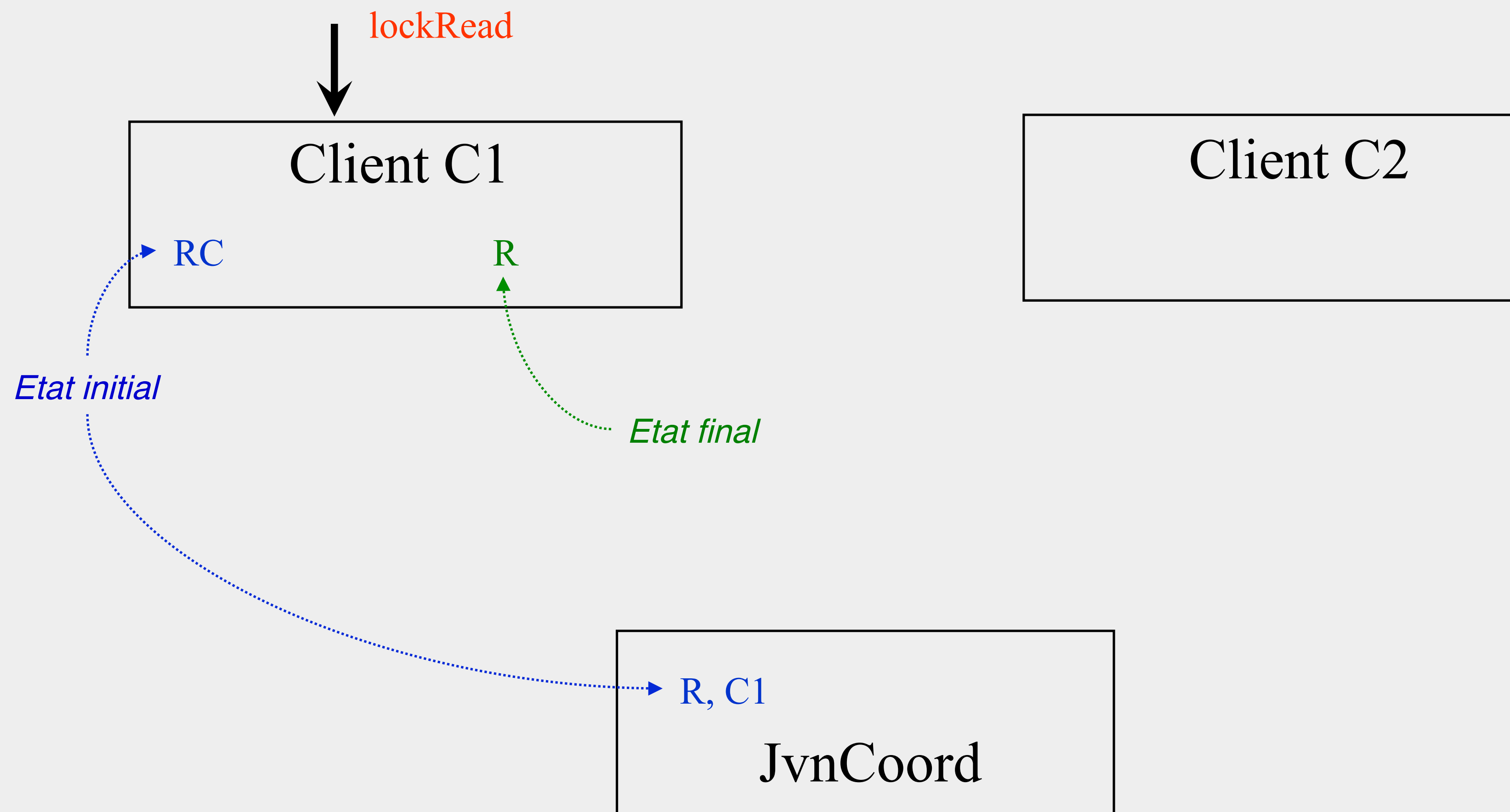
```
Interface JvnRemoteCoord {
      …
// permet de réclamer au coord. un verrou en lecture
      public … jvnLockRead(…);
// permet de réclamer au coord. un verrou en écriture
      public … jvnLockWrite(…);
…
   }
```

Implémentation du coordinateur

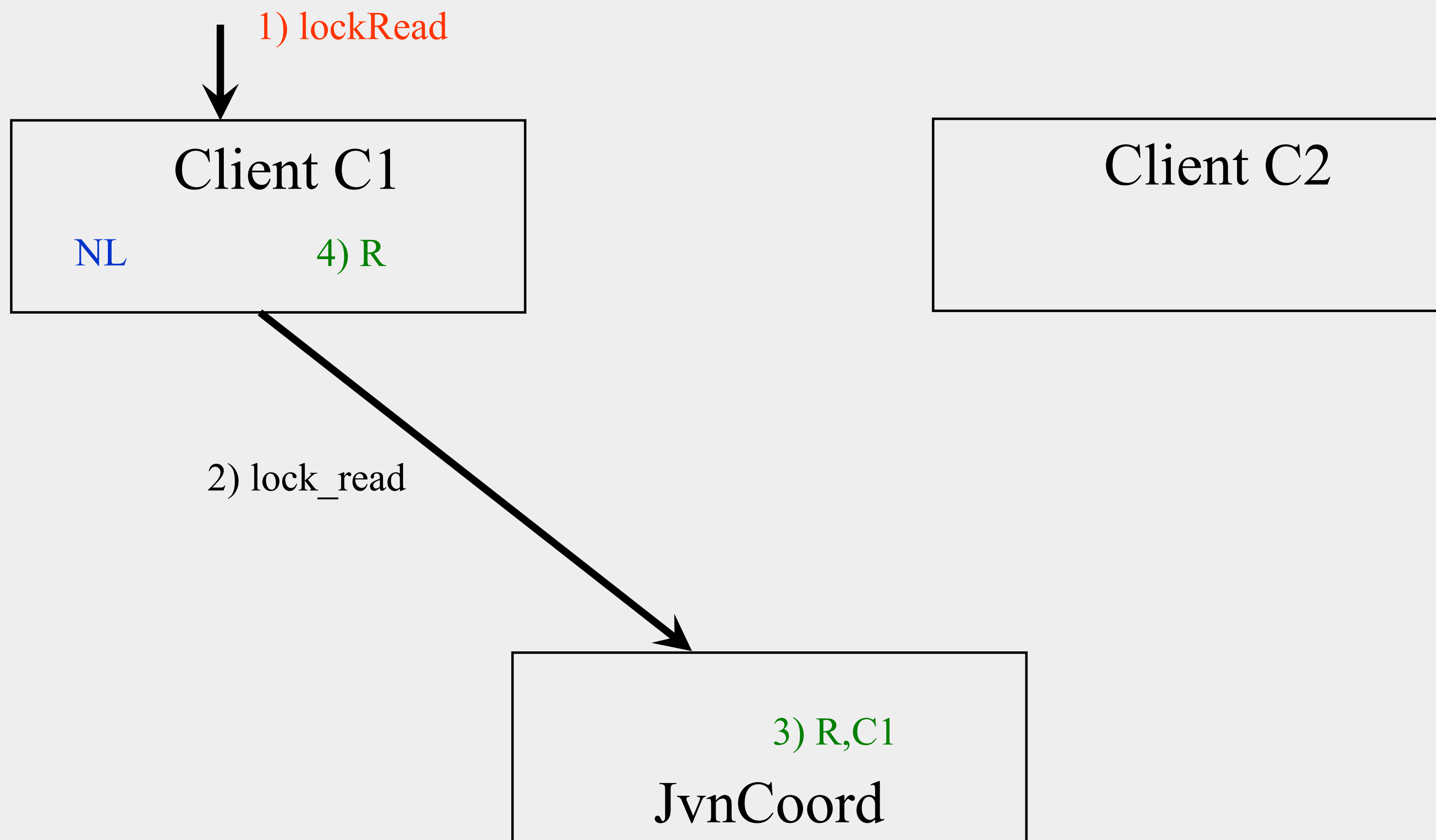
- **Pour chaque objet partagé**
  - **Identifiant unique (id)**
  - **Dernier état validé de l'objet**
  - **Verrous détenus par les applications clients**

- **Le coordinateur contrôle les verrous des applications clientes**
  - **Usage de l' interface JvnRemoteServer**

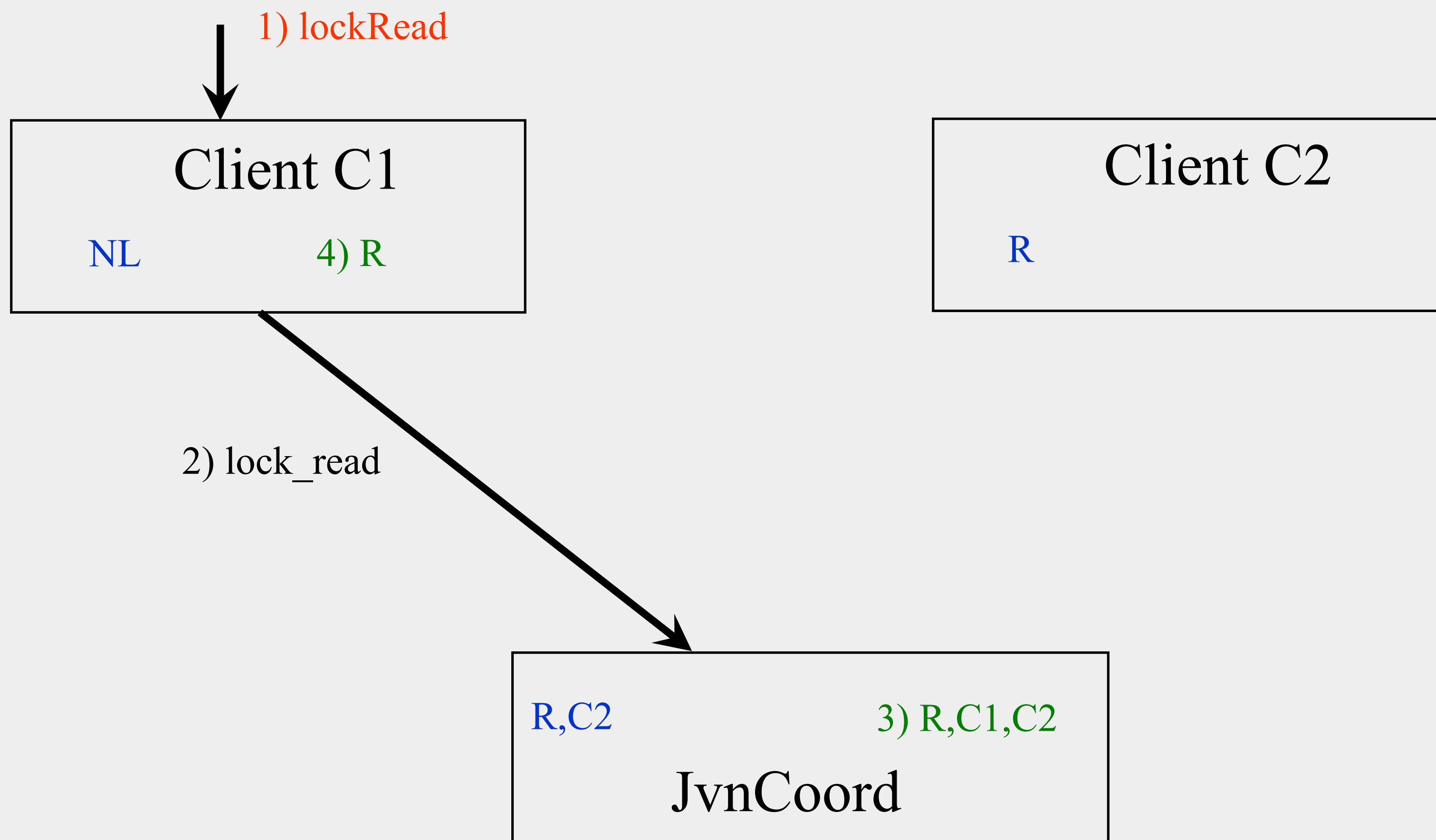
Cohérence : cas de figure 1



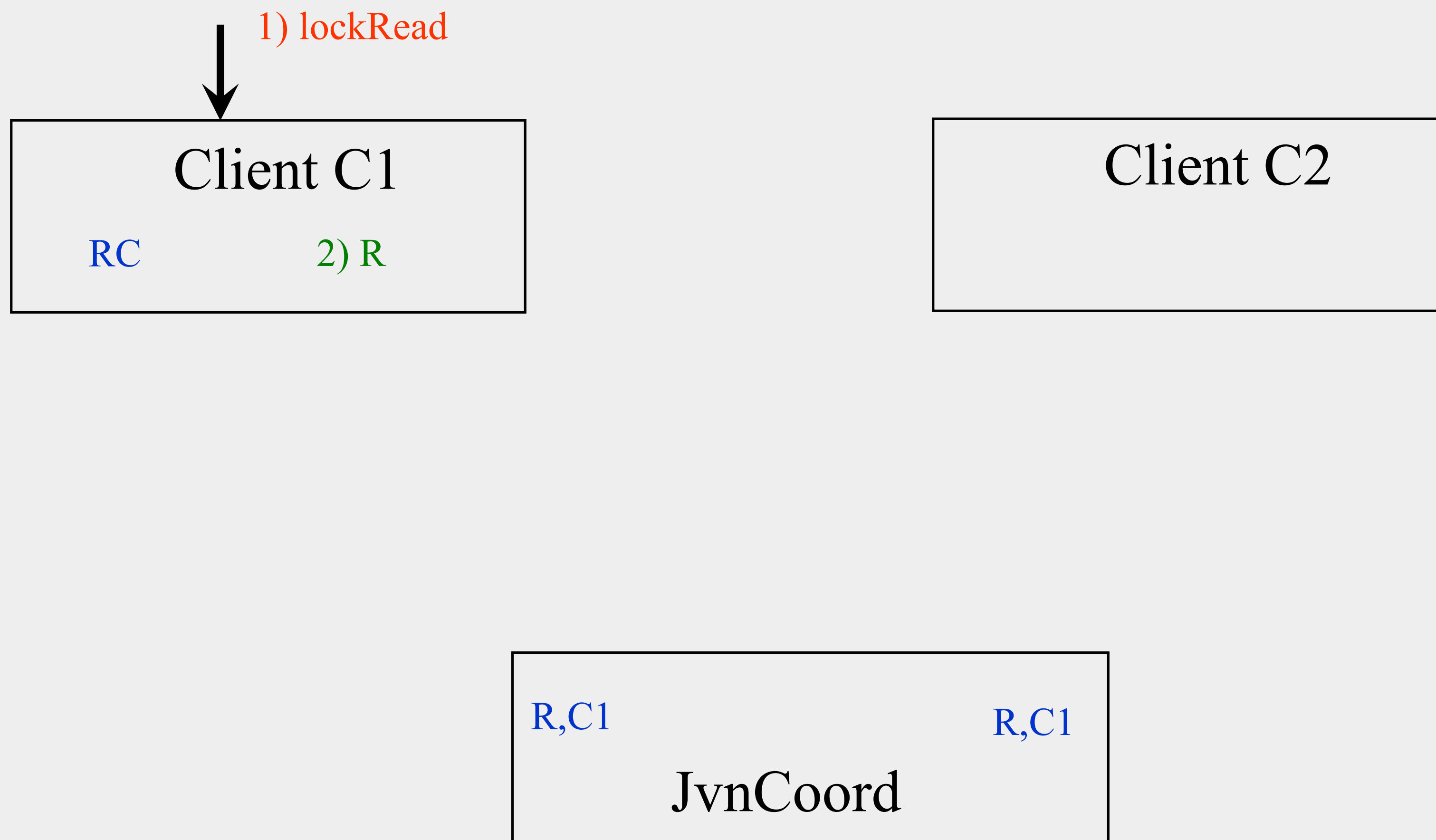
Cohérence : cas de figure 2



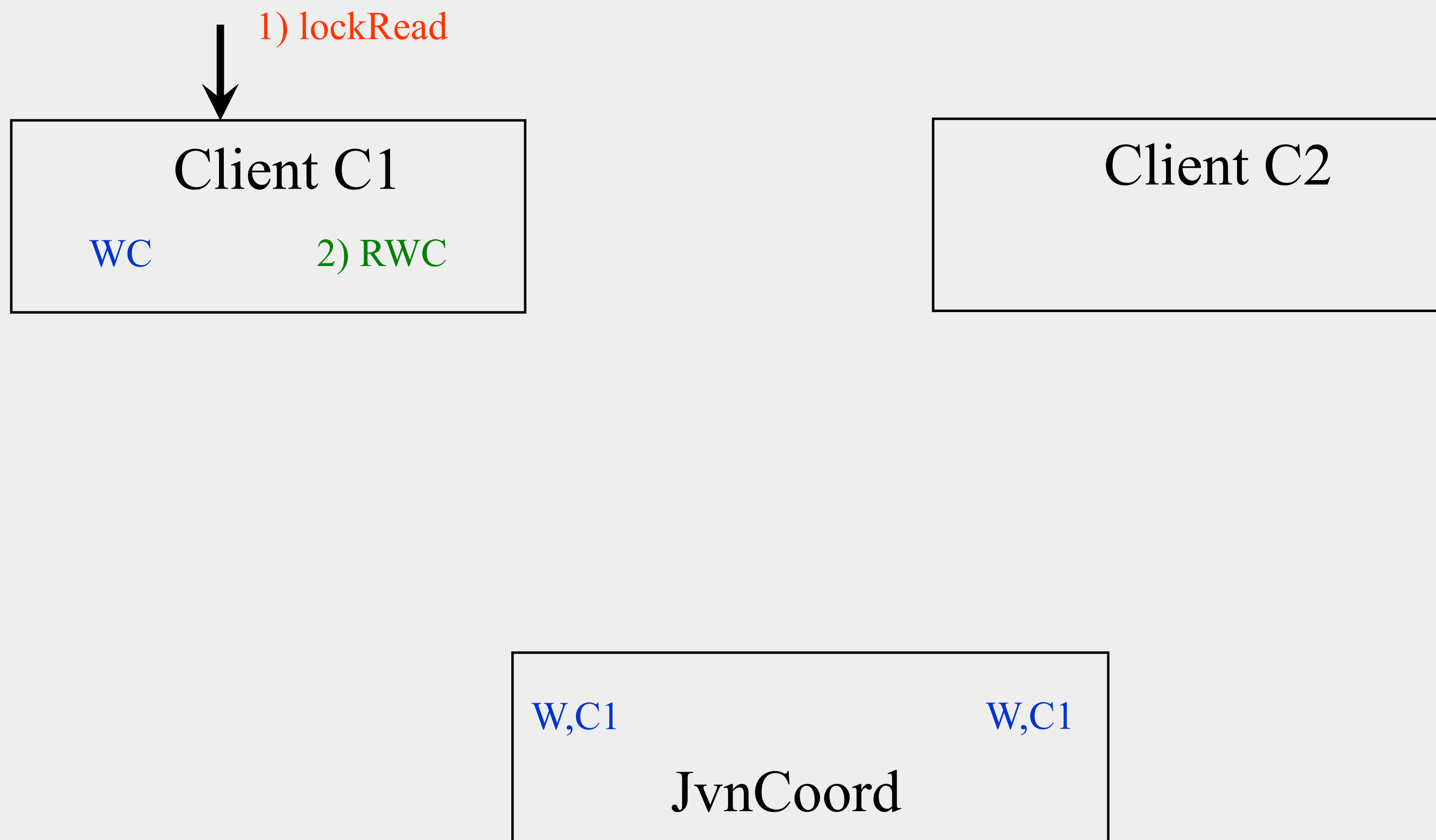
Cohérence : cas de figure 3



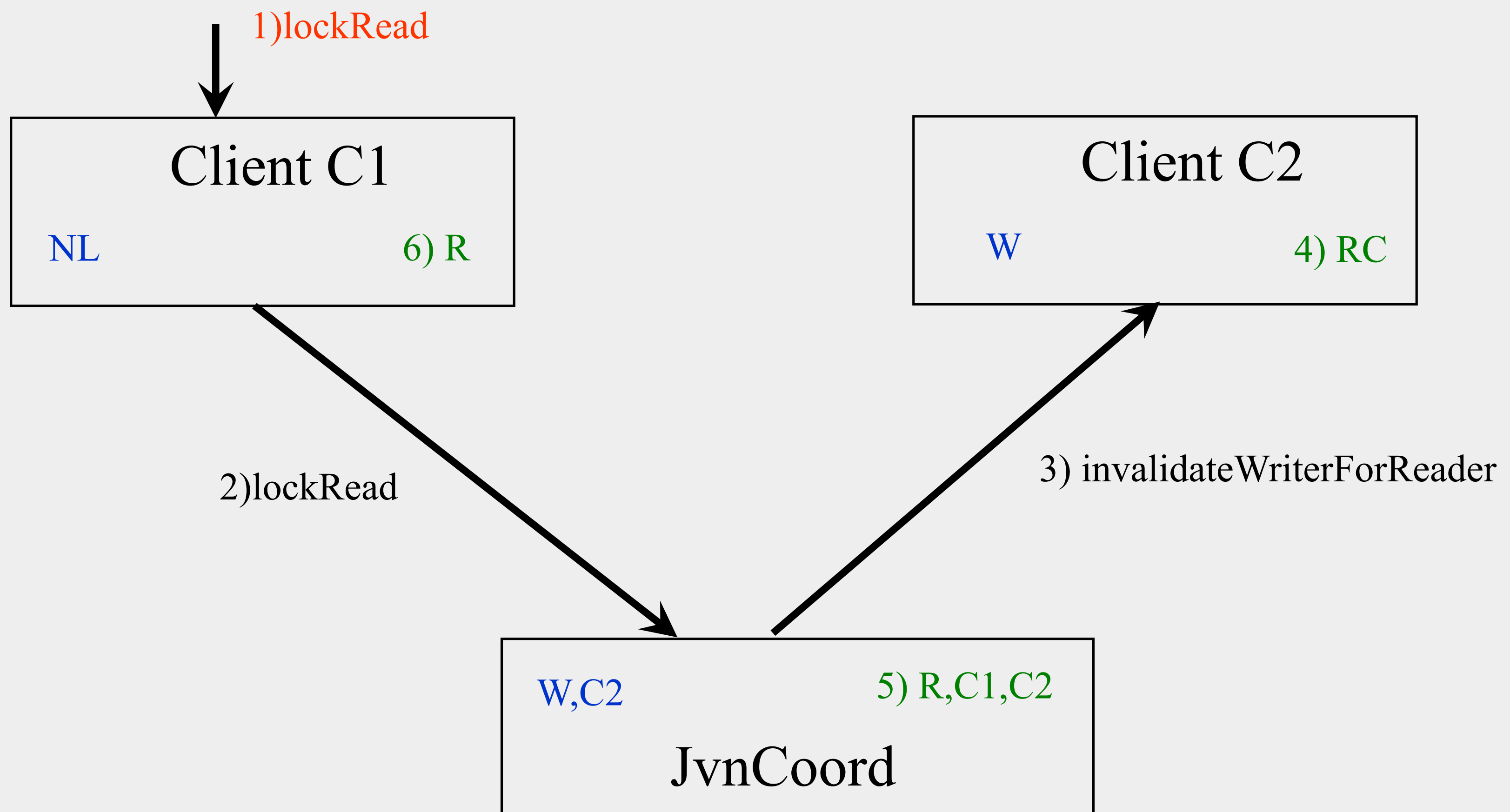
Cohérence : cas de figure 4



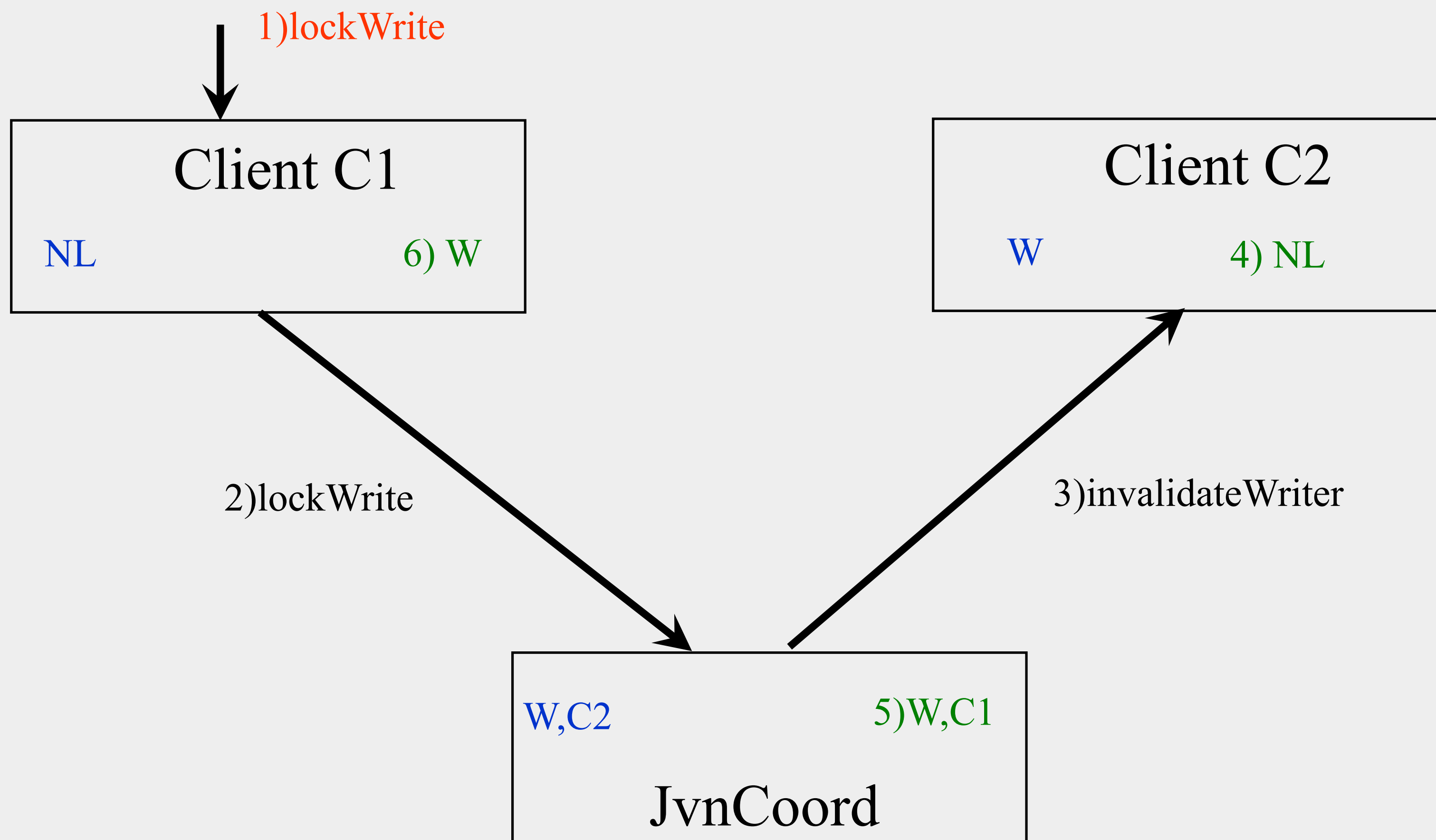
Cohérence : cas de figure 5



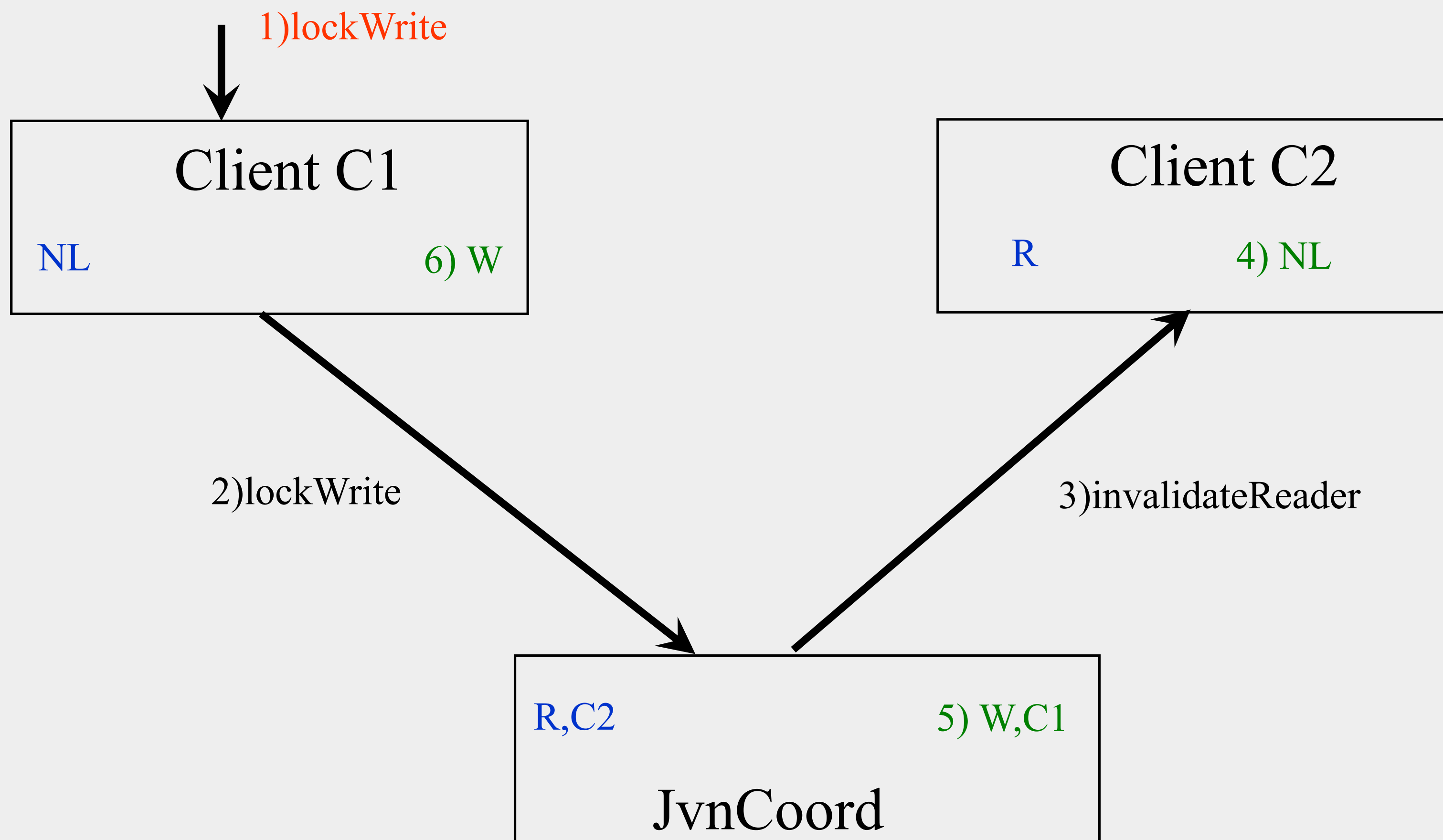
Cohérence : cas de figure 6



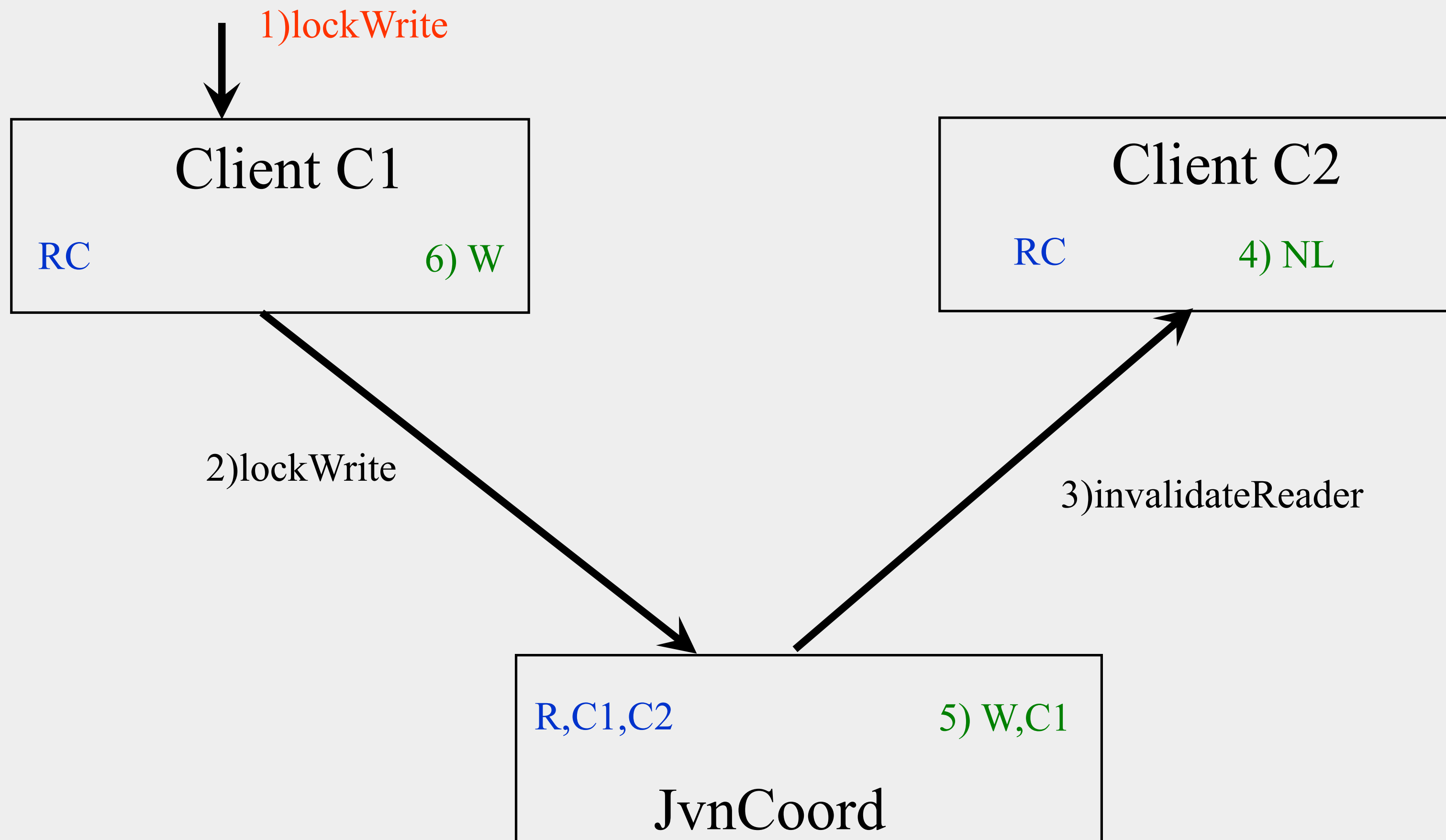
Cohérence : cas de figure 7



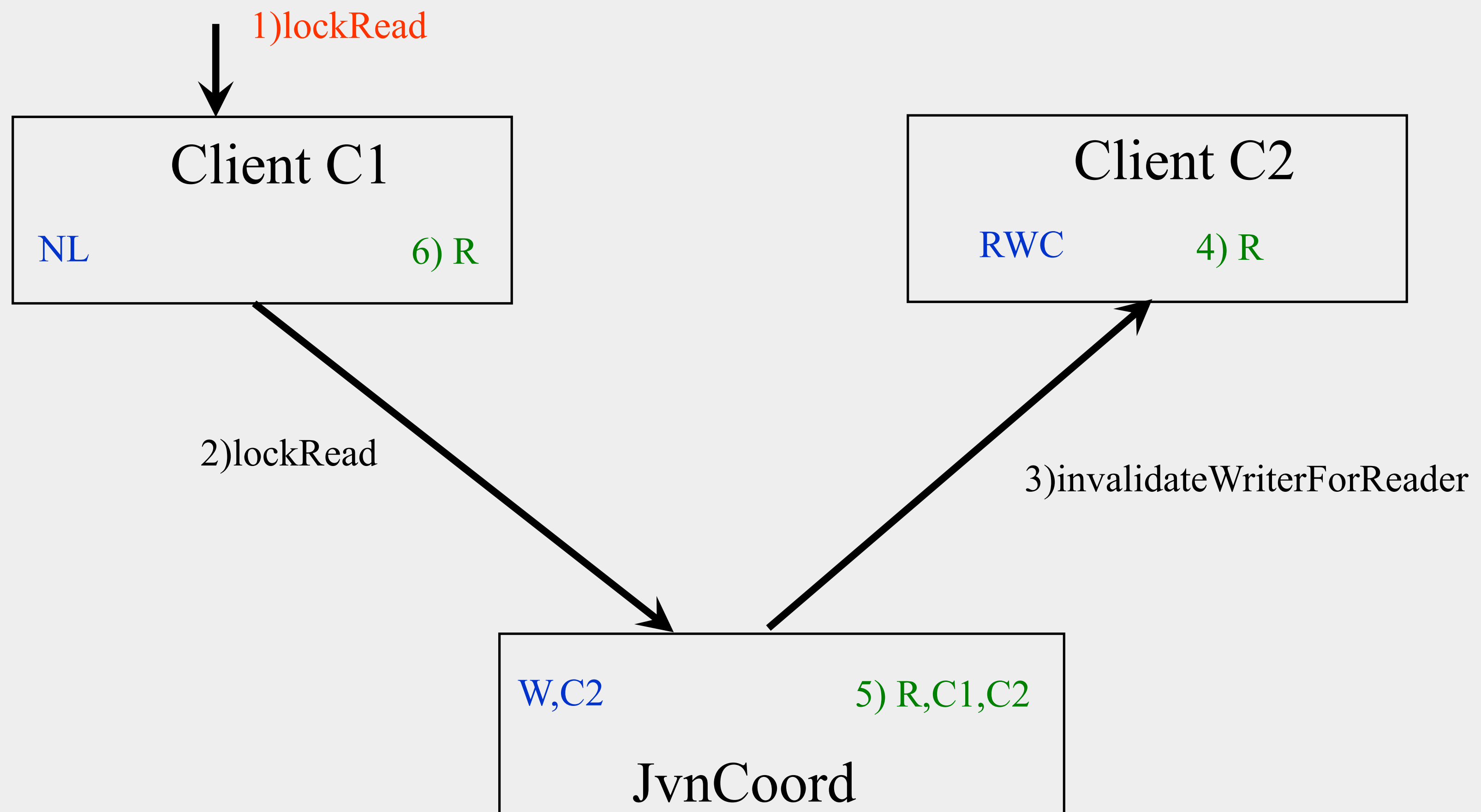
Cohérence : cas de figure 8



Cohérence : cas de figure 9



Cohérence : cas de figure 10

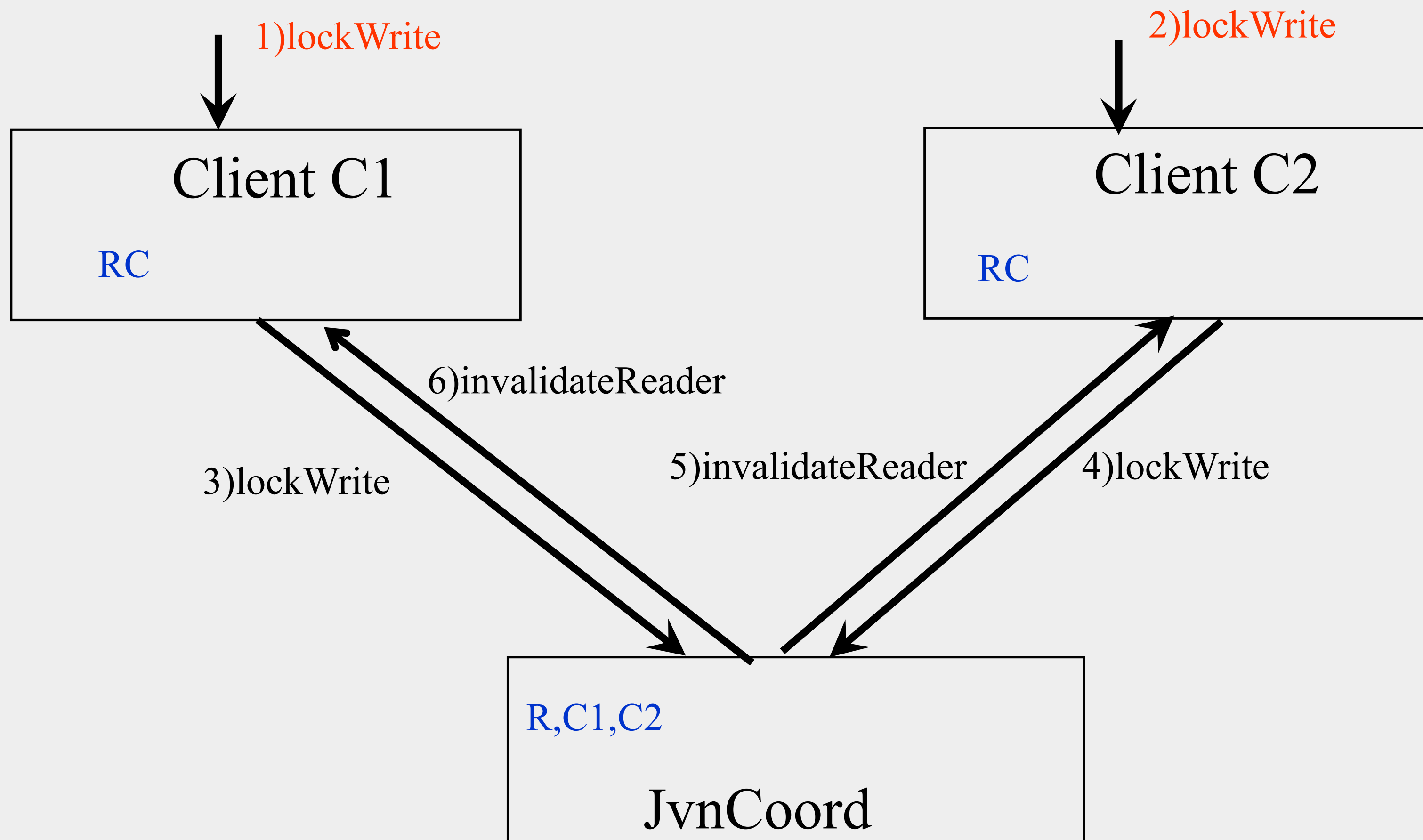


Cohérence : principes de mise en œuvre

- **Tout objet d'interception (JvnObject) coopère avec le coordinateur pour la gestion de la cohérence**
  - Il peut être invoqué en parallèle par l'application et par le coordinateur
  - Il doit donc être synchronisé

- **Quand le coordinateur invalide un verrou d'un client**
  - Ex: invalidateReader(), invalidateWriter(), Invalidate WriterForReader()
  - Si le verrou JVN est en cours d'utilisation, il faut attendre
    - wait () de Java
  - Terminer l'attente lorsque le verrou JVN est libéré
    - notify() de Java

Cohérence : cas critique



Cohérence : cas critique

- Pour éviter le risque d'interblocage
  - **Les méthodes d'invalidation appelée par le coordinateur doivent pouvoir être exécutées à tout moment, même si un appel à lockRead() ou à lockWrite() est en cours**
  - **Donc il faut limiter les portions de code synchronisées dans JvnObject (ne pas englober les appels au coordinateur dans les portions de code synchronisées)**

Etape 2: Javanaise version 2 / JVN2

- **Objectif : augmenter la transparence pour le programmeur**

- **Moyen: utiliser un objet d'interception spécifique, qui fournit les mêmes interfaces que celles de l'objet partagé**

  - **Génération à la compilation de la classe d'interception spécifique en utilisant la réflexivité de Java et l'outil de génération Apache : Velocity**

  - **Génération à l'exécution d'un objet d'interception spécifique dynamique via les *dynamic proxies* de Java**

Exemple d'utilisation du service Javanaise (version JVN 1)

```
JVM1
JvnServer js = JvnServer.jvnGetServer();
MyClass o = new MyClass(..);
JvnObject jvnO = js.jvnCreateObject((..)o);
js.jvnRegisterObject("MyObject", o);
```

```
JVM2
JvnServer js = JvnServer.jvnGetServer();
JvnObject jvnO = js.jvnLookupObject("MyObject");
jvnO.jvnLockRead();
// appel d'une méthode applicative
jvnO.jvnGetObject().<method>(<params>);
jvnO.jvnUnLock();
```

Génération à la compilation des objets d'interposition

- Un objet partagé est d'une classe donnée (ex: *MyClass*)
- Analyse des méthodes fournies par cette interface via les fonctions d'introspection Java (java.lang.reflect)
- Génération d'une classe d'interception spécifique (*JvnMyClass*), à la place de la classe d'interception générique (*JvnObject*)
- *JvnMyClass* implémente les mêmes méthodes / interfaces que *MyClass*
- Les méthodes fonctionnelles de *JvnMyClass* encapsulent la prise et le relâchement de verrous
- Le mode d'accès d'une méthode fonctionnelle est détectable grâce à des annotations Java, ou à noms de méthode spéciaux (…_R ou …_W par ex) ou bien grâce à des étiquettes (tags) sur les méthodes de l'interface.

Etape 3 : Extensions

- **Extension 1 : gestion de la saturation d'un cache client**
  - Capacité de « flusher » un ensemble d'objets partagés
- **Extension 2 : traitement des pannes client**
  - Tout client peut subir une panne machine à tout instant
- **Extension 3 : traitement des pannes du coordinateur**
  - Le coordinateur peut subir une panne machine à tout instant
  - On supposera que la machine peut être redémarrée sans perte disque

Extensions

- **Extension 4 : décentraliser le coordinateur**
  - Toute application utilisant Javanaise participe à la coordination
  - Les agents se synchronisent via un protocole de groupe fiable

- **Extension 5 : invocations transactionnelles**
  - L'objet d'interception fournit des méthodes de démarrage / terminaison de transactions
  - Les méthodes métier invoquées au sein d'une transaction possèdent les propriétés ACID

Extensions

- **Extension 6 : Supporter des clients multi-threadés**
- **Extension 7 : permettre à un objet Javanaise de contenir une référence vers un autre objet Javanaise**
  - **Gérer les références contenues dans un objet Javanaise par la spécialisation des primitives de sérialisation / désérialisation**

Tests

- **Une application de test fournie (*chat*)**
  - **Permet de valider la gestion de la cohérence (verrous) conceptuellement**

- **Compléter la base de tests (mode *burst*)**
  - **N clients qui stressent le service Javanaise en passant leur temps à acquérir des verrous et à les libérer sur un nombre d'objets restreint**
  - **Permet de valider la gestion de la cohérence (verrous) du point de vue de l'implémentation**
  - **Permet de faire des mesures de performance**

Planning

Séance 1	Présentation générale du projet
Séance 2	Audit prototypage JVN1
Séance 3	**Rendu prototype JVN1** Présentation JVN2
Séance 4	Audit prototype JVN2
Séance 5	**Soutenances avec démonstrations**

Evaluation

- Démonstration
- Aboutissement du projet
  - Fonctionnalités
  - Fiabilité
- Tests
- Extensions
- Qualité du code
- Maîtrise des concepts et techniques

A rendre

- **Un manuel d'installation/utilisation en anglais**
- **Les sources du projet en tgz ou en zip**